



الجمهورية العراقية

وزارة الصحة

الطب العامة

للتعليم والمدرسة الصحية

منتدى إقرأ الثقافي

www.iqra.ahlamontada.com

مبادئ الفقه الطبي

مقرر تدريسي في معاهد المهنة العراقية العالمية

تأليف
جي. ا. ج. كرسين
ترجمة
ظافر ابراهيم الياسين



منتدى إقرأ الثقافي

للكتاب (كوردس - عربي - فارسي)

www.iqra.ahlamontada.com

الطبعة الثالثة



وزارة الصحة
الهيئة العامة للتعليم والتدريب الصحي

مَبَادِي
الْفَسَلَجَة
السَّرِيرِيَّة
مقرر تدريس في
مَعَاهِدِ الْمَهَنَةِ
الصَّحِيَّةِ الْعَالِيَةِ

ترجمة
ظافر ابراهيم الياسين
كلية الطب - جامعة بغداد

تأليف
ج. ج. آ. كرين

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة الصحة

Translation of Basic Clinical Physiology (2 nd edition)
is published by arrangement with the
oxford University Press

١٤٠٣ هـ - ١٩٨٣ م

الطبعة الثالثة

دار الحرية للطباعة - بغداد

محتوى الكتاب

صفحة

١	١ - مقدمة
	الجهاز القلبي الوعائي
٤	٢ - القلب كمضخة
١٨	٣ - العضلة القلبية والتخطيط الكهربائي للقلب
٣٨	٤ - ضغط الدم
٧١	٥ - الطرح القلبي
٨٣	٦ - السدم
١٠٦	٧ - السائل النسيجي واللمف
	الجهاز التنفسي
١١٧	٨ - التنفس
١٢٩	٩ - نقل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم
١٥٠	١٠ - اضطراب وظيفة التنفس
	الجهاز الهضمي والايض والجهاز البولي
١٦٤	١١ - الايض
١٨٤	١٢ - المتطلبات الغذائية
١٩٦	١٣ - السائل وميزان الشوارد والكلية
٢٣٣	١٤ - تنظيم درجة الحرارة
٢٤٢	١٥ - السبيل الهضمي واضطرابات وظائف الهضم
	١٦ - الكبد
	اجهزة السيطرة (١) - الهرمونات
٢٥٩	١٧ - الهرمونات
	الجهاز التناسلي
٢٧٨	١٨ - التكاثر
	اجهزة السيطرة (٢) - الاعصاب
٢٩٥	١٩ - الاعصاب المستقلة
٣١٣	٢٠ - الاعصاب الحركية والحسية
٣٥٠	٢١ - العين
٣٦٦	٢٢ - الاذن
٣٧٣	٢٣ - حس التذوق والشم

١ - مقدمة

علم الفسلجة (Physiology) هو دراسة كيفية عمل الجسم .
وفي معناه الاعم والاشمل فان علم الفسلجة يعنى بالملكيتين الحيوانية
والنباتية . غير اننا في هذا الكتاب سنقتصر على ما يخص الانسان فقط .

وعلم الفسلجة علم تجريبي ، اي انه يعتمد على التجارب
وتستحصل المعلومات حيثما امكن ، بعمل قياسات موضوعية ، وعليه فانه
على الرغم من ان وضع اليد على حاجب الشخص قد تدل على انه محموم ،
الا ان المحرار هو الذي سيؤكد ذلك بقياس درجة حرارة المريض .

ان هذا الكتاب هو بشأن شخص فرضي ، يمثل معدل الكل ، لمعرفة
كيفية عمل جسمه والقيم العددية المعطاة للشواهد الفسلجية لهذا الشخص
القياسي ، ستعمل كدليل للقيم المتوقعة لاي فرد طبيعي .

يتكون جسم الانسان من خلايا متجمعة مع بعضها البعض على شكل
اعضاء مختلفة . ومجموع هذه الاعضاء تكون اجهزة وظائف الجسم
وعليه فان القلب ، والاعوية الدموية والدم تكون الجهاز القلبي الوعائي
(Cardiovascular System) ، وان الرئتين والمجاري الهوائية
والعضلات التنفسية تشكل الجهاز التنفسي (Respiratory) .
اما الجهاز الهضمي (Digestive System) فانه يحول الاغذية
الماخوذة من طريق الفم الى شكل بسيط مناسب للنمو ولاصلاح الانسجة
التالفة وانتاج الحرارة والطاقة ، وتطرح الفضلات من الجسم عن طريق
الجهاز البولي (Urinary System) . وهذا الجهاز يتكون من
الكليتين اللتين تكونان البول ، حيث يمر من خلال الحالبين الى المثانة .
وبعد فترة خزن وقتية فان هذه الفضلات تطرح خارجا مدابة في الماء عن
طريق الاحليل ببول .

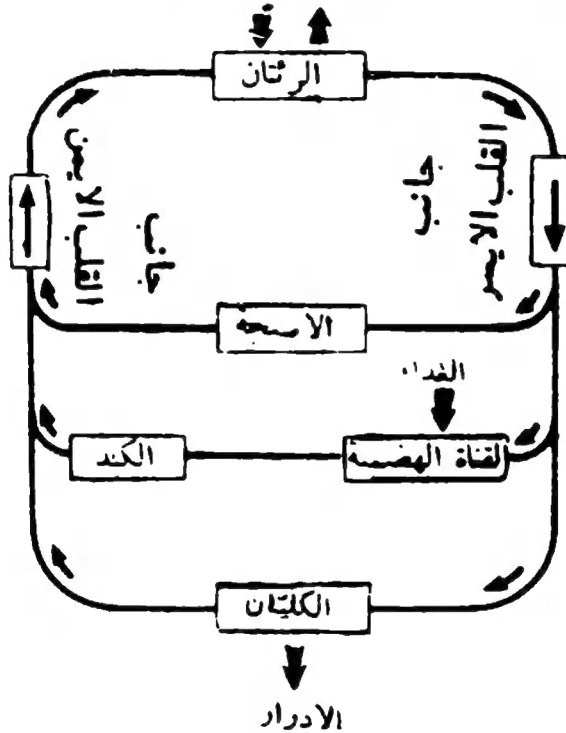
تسيطر على وظائف الجسم اجهزة سيطرة (Control System)
تتكون من قسمين : فالغدد الصماء تنتج الهرمونات (Hormones)
او الرسل الكيماوية والتي تدور في الدم لتؤثر في عضو بعيد في الجسم ،
بينما ينقل الجهاز العصبي المعلومات عن طريق الاعصاب
على شكل نبضات عصبية . ان الجهاز العصبي المحيطي
(Peripheral Nervous System) يكون عادة تحت سيطرة
الجهاز العصبي المركزي (Central Nervous System)
والذي يتكون من الدماغ والجبل الشوكي . ويبقى الجسم دوما على معرفة

بمحيطه الخارجي عن طريق الاعضاء الخاصة للرؤية والشم والسمع والتذوق .

Cardiovascular System الجهاز القلبي الوعائي

ان الجهاز الاول الذي سنتناول دراسته هو جهاز الدوران . وهو الجهاز الناقل في الجسم (شكل ١) يحمل الاوكسجين وينقله من الرئتين الى الانسجة المختلفة في الجسم ، ويحمل ثاني اوكسيد الكربون لينقله من الانسجة المختلفة الى الرئتين كي يمكن التخلص منه في هواء

ثاني اوكسيد الكربون الاوكسجين



شكل ١- يشكّل الجهاز القلبي الوعائي الجهاز الناقل في الجسم .
فهو يحمل :

- ١ - الاوكسجين وثاني اكسيد الكربون .
- ٢ - الغذاء .
- ٣ - الفضلات الى الكلية لايرازها في البول .
- ٤ - الهرمونات .
- ٥ - الحرارة .

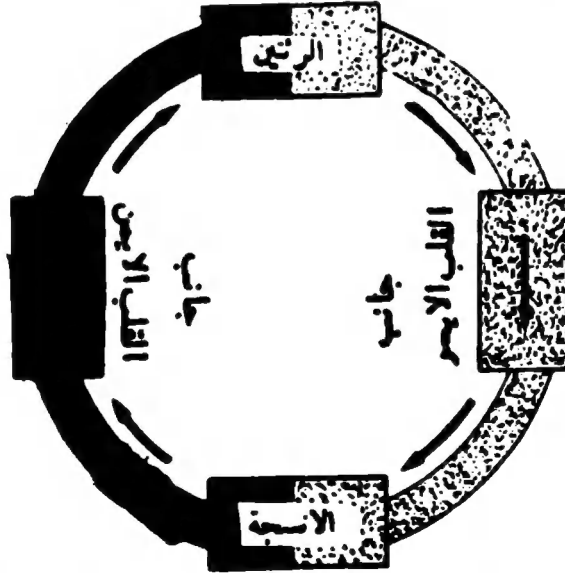
الزفير ، ويحمل الاغذية المختلفة بعد تحويلها الى شكل مبسط وينقلها من القناة الهضمية الى خلايا الجسم لتستخلص ما تحتاجه من هذه المواد الغذائية للنمو وللطاقة . وعليه فانه عندما يقل تجهيز الدم لجزء من اجزاء الجسم فان عملية اعادة اعمار النسيج التالف في هذا الجزء ستأخر . وهو ايضا ينقل الفضلات من الخلايا المختلفة في انحاء الجسم الى الكليتين كي تتخلص منها في البول . وهو ينقل الهورمونات من الغدد الصماء الى الاعضاء المختلفة في الجسم . واخيرا فانه يحمل الحرارة من الاجزاء المولدة لها لينقلها الى الجلد كي يتخلص عن طريقه مما هو زائد من حاجته .

٢ - القلب كمضخة

(THE HEART AS A PUMP)

ان القلب هو المضخة التي تدبر الدم في جسم الانسان . وفي الواقع فانه يتكون من مضختين . فالجانب الايسر من القلب يضخ الدم الواصل من الرئتين الى الانسجة ، والجانب الايمن منه يضخ الدم العائد من الانسجة الى الرئتين (شكل ٢)

ان الدم الواصل الى الجانب الايسر من القلب يكون ذو لون احمر فان تشبعه بالاكسجين اثناء مروره بالرئتين (شكل ٢) وهو من ثم يضخ من الجانب الايسر من القلب الى الشريان الابهر حيث ينتقل الى الشعريات الدموية عن طريق مجموعة الشرايين والشريينات (Arterioles) وعندما يمر الدم في الاوعية الشعرية للانسجة فانه يفقد ما به من اوكسجين ويصبح لونه ازرقا فاتما . وهذا الدم القاتم



شكل ٢- دوران الدم . تبين المنطقة الخفيفة التظليل الدم الاوكسجيني وهو يضخ بواسطة الجانب الايسر للقلب من الرئتين الى الانسجة . وتبين المنطقة الداكنة التظليل الدم المزال اوكسجينه جزئيا وهو يعود عن طريق الاوردة ، ويضخ بواسطة الجانب الايمن للقلب الى الرئتين .

يعود الى الجانب الايمن من القلب واندي يصخه الى الرئتين من خلال الشريان الرئوي وفي الرئتين يحد الدم الاوشجين ويعبر لونه مرة اخرى الى اللون الاحمر الفاني ليعود عد ذلك الى الجهة اليسرى من القلب بواسطة الاوردة الرئوية

ان كل جانب من جانبي القلب يتكون من مخدعين هما الاذيين والبطينان (شكل ٣) . ولقلب البطينان الدور الرئيس في عمسه دوران الدم . ان كل بطين يضخ ما يعرب من (٧٠ سم^٣) من الدم في كل ضربه من ضربات القلب، وهذا الحجم من الدم يطلق عليه بحجم الدم



شكل ٣- صمامات القلب يعود الدم الى القلب عن طريق الوريد الاجوف الاعلى والوريد الاجوف الاسفل حيث يدخل الاذين الايمن (٧) ويمر من خلال الصمام الثلاثي الشرف (٤) الى البطين الايمن (٦) . ثم يضخ الدم بواسطة البطين الايمن من خلال الصمام الرئوي (٣) الى الشريان الرئوي . ان الدم العائد عن طريق الاوردة الرئوية الاربعة (الاسهم) الى الاذين الايسر (٨) يمر من خلال الصمام انتاجي (١) الى البطين الايسر (٥) ومن ثم يضخ البطين الايسر الدم خارجا من خلال صمام الابهر (٢) الى الابهر

وان القلب يضرب حوالي (٧٠ مرة) في الدقيقة وهذه الضربات تسمى بسرعة القلب (Heart Rate) .

ان حاصل ضرب الرقمتين السابقتين ببعضهما ينتج حجم الدم المضخ من قبل كل بطين في الدقيقة والذي يسمى بالتفريغ القلبي (Cardiac Output) . ففي اثناء الراحة فان كل بطين يضخ 70×70 سم^٣ من الدم في الدقيقة وهذا ما يساوي الى ٤٩٠٠ سم^٣ في الدقيقة اي حوالي خمسة التار من الدم في الدقيقة .

وحيث ان الطرح القلبي يساوي لسرعة القلب مضروبة بحجم الضربة فعليه يمكن تمثيله بالمعادلة التالية :

$$\text{الطرح القلبي} = \text{سرعة القلب} \times \text{حجم الضربة}$$

يحتوي الجسم على خمسة التار من الدم ، وحيث ان الطرح القلبي لكل بطين هو خمسة التار تقريبا في الدقيقة ، فذلك يعني ان كل الدم الذي يحويه الجسم يدور بمعدل مرة واحدة في كل دقيقة . وفي الواقع فان بعض الدم قد يدور باسرع من ذلك وبعضه قد يدور بأبطأ منه . ولكنه في المتوسط ، فان الكرية الحمراء تحتاج الى دقيقة واحدة كي تخرج من البطين الايسر وتمر عبر الشرايين الى الانسجة ومنها الى البطين الايمن عبر الاوردة ومن ثم الى الرئتين عبر الشريان الرئوي لتعود بعدها الى البطين الايسر عبر الاوردة الرئوية والاذنين الايسر وفي التمارين فان سرعة ضربات القلب وحجم الضربة يزدادان معا ، ونتيجة لذلك فان الطرح القلبي يكون اعلى مما هو عليه اثناء الراحة . وكمثال لذلك فانه قد تزداد سرعة القلب في التمارين العنيفة الى ١٥٠ ضربة في الدقيقة ويزداد حجم الضربة الى ٢٠٠ سم^٣ في الضربة الواحدة ويصبح الطرح القلبي انذاك $150 \times 200 = 30$ لترا في الدقيقة .

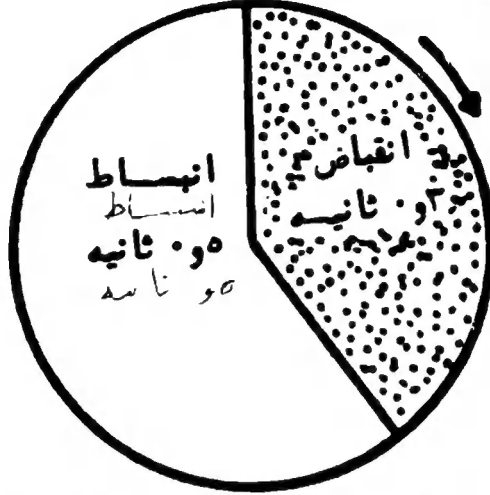
نلاحظ مما سبق ان خمسة التار فقط من الدم في الجسم كونت طرحا قلبيا مقداره ٣٠ لترا من الدم في الدقيقة وهذا يعني ان نفس كمية الدم قد دارت في الجسم كله ست مرات في كل دقيقة .

الدورة القلبية

CARDIAC CYCLE

ان طور التقلص لمخدع واحد من مخادع القلب يسمى بالانقباض (Systole) وطور ارتخائه يسمى بالانقباض (Diastole) .
ان الانقباض البطيني اثناء الراحة يستمر لفترة ٠.٣ من الثانية .
اما الانقباض البطيني فيكون اطول حيث يستمر لفترة ٠.٥ من الثانية

(شكل ٤) . ويعقب الانبساط انقباض وبعده انبساط وهكذا . وتسلسل انقباض واحد متبوع بانقبساط واحد يسمى بالدورة القلبية وتستغرق مدة ٨. من الثانية .



شكل -٤- الدورة القلبية . يدوم الانقباض ٣. من الثانية ، ويدوم الانبساط ٥. من الثانية اي بمجموع مقداره ٨. من الثانية للدورة الكاملة . وكل انقباض يتبعه انبساط ، ويتبع هذا انقباض اخر وهكذا .

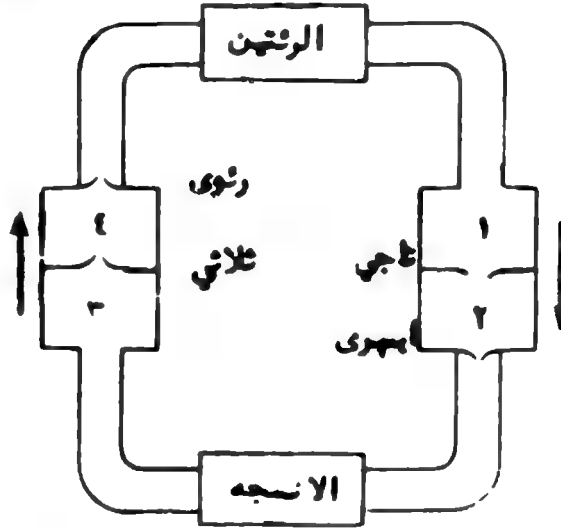
وخلافا للعضلة الهيكلية ، فانه ليست للعضلة القلبية فترات راحة طويلة وعليها ان تستمر في فعاليتها طوال حياة الشخص وان فترة الراحة الوحيدة لها تكون اثناء الانبساط . وعندما تزداد سرعة القلب ، كما هي الحال اثناء التمارين والاثارات العاطفية ، فان الدورة القلبية باكملها تتم حينذاك بوقت اقصر . وهذا القصر في الفترة الزمنية للدورة القلبية يكون غالبا على حساب الانبساط اي فترة راحة القلب . لذلك فان استمرار القلب على الضرب بسرعة يقلل من الزمن الكلي اللازم للانبساط .

وهناك اختلافات واسعة في سرعة القلب اثناء الراحة عند الشبان البالغين صحيحي الاجسام . فقد تكون السرعة واطئة الى حد ٤٠ ضربة في الدقيقة او قد تكون عالية لدرجة تصل معها سرعة القلب الى ٩٠ ضربة في الدقيقة . وبالتمارين والاثارات العاطفية فان سرعة القلب تزداد الى حد اقصى مقداره ٢١٠ ضربة في الدقيقة . ويقل هذا الرقم الى ١٦٠ ضربة في الدقيقة عندما يبلغ المرء منتصف العمر . وسنشرح العوامل المنظمة لسرعة القلب في فصل قادم من هذا الكتاب .

صُمَامَات القلب HEART VALVES

لكل بطين صمام كمدخل له ، وآخر كمخرج له (شكل ٥) . ويسمى الصمامان الواقعان في مدخل البطينين بالصمامين الاذينية البطينية (Atrioventricular Valves) ويعرف الصمام الواقع في الجانب الايسر ايضا بالصمام التاجي (Mitral Valve) بينما يعرف الصمام الواقع في الجانب الايمن بالصمام الثلاثي الشرف (Tricuspid Valve) فالصمام التاجي له شرفتان بينما للصمام الثلاثي الشرف ثلاثة شرف

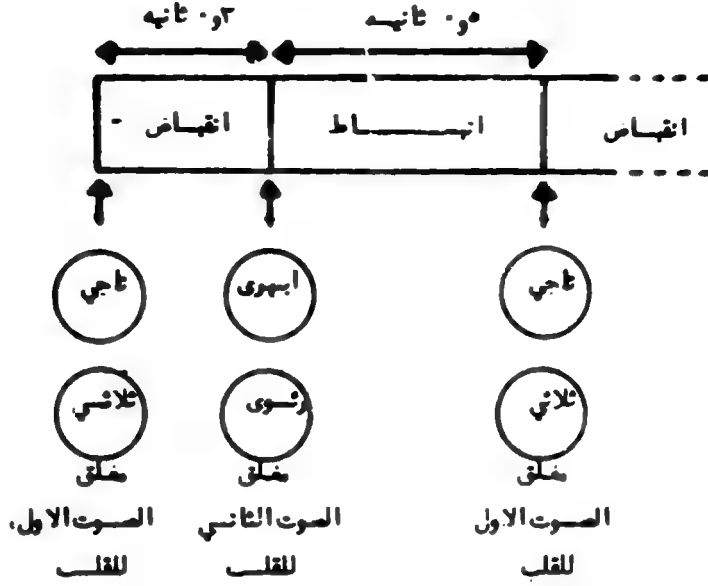
ولصمامي المخرج ثلاثة شرف ويعرفان بالصمامين النصف هلالية (Semilunar Valve) ويسمى الصمام الواقع في الجانب الايسر من القلب ايضا بالصمام الابهر (Aortic Valve) بينما الصمام الذي في الجانب الايمن منه يسمى بالصمام الرئوي (Pulmonary Valve)



شكل ٥- صمامات القلب . يدور الدم نتيجة تقلص البطينان . ولكل بطين صمام كمدخل له وآخر كمخرج له . (انظر ايضا شكل ٣) .

(١) = اذين ايسر (٢) = بطين ايسر (٣) = اذين ايمن
(٤) = بطين ايمن .

(تاجي) = صمام تاجي . (ابهر) = صمام ابهر . (رئوي) = صمام رئوي . (ثلاثي) = صمام ثلاثي .



شكل ٦- اصوات القلب : في بداية الانقباض ينطلق الصمامان التاجي والثلاثي الشرف . وهذا ما يعطى الصوت الاول للقلب . وفي نهاية الانقباض ، ينطلق الصمامان الابهرى والرئوي . وهذا ما يعطى الصوت الثاني للقلب . ويحدث الانقباض بين الصوت الاول للقلب والصوت الثاني له ، بينما يحدث الانبساط بين الصوت الثاني للقلب والصوت الاول الذي يليه .

تفقد رتبة الصوت الخاص (لب - دب - لب - دب - لب - دب) وقد تحل محله اصوات تظهر بفترات منتظمة معطية رتبة خاصة اشبه بالكلمات (تب - تب - تب - تب) (Tup - tup - tup) وفي مثل هذه الحالة فانه يكون من الصعب جدا عند الاستماع لاصوات القلب التمييز بين الصوتين الاول والثاني . وعند حدوث مثل هذه الوضعية فانه يجس النبض السباتي (Carotid Pulse) حيث يتوافق حدوث النبض مع الصوت الاول للقلب .

وعند ازدياد سرعة القلب للدرجة كبيرة كما في حالة التمارين العنيفة، فان الانبساط قد يكون اقصر من الانقباض ولذا فان رتبة الصوت المسموع تنعكس وتصبح كالتالي :

(دب - لب - فاصلة - دب - لب - فاصلة)

(dup - lup pause - dup - lup pause)

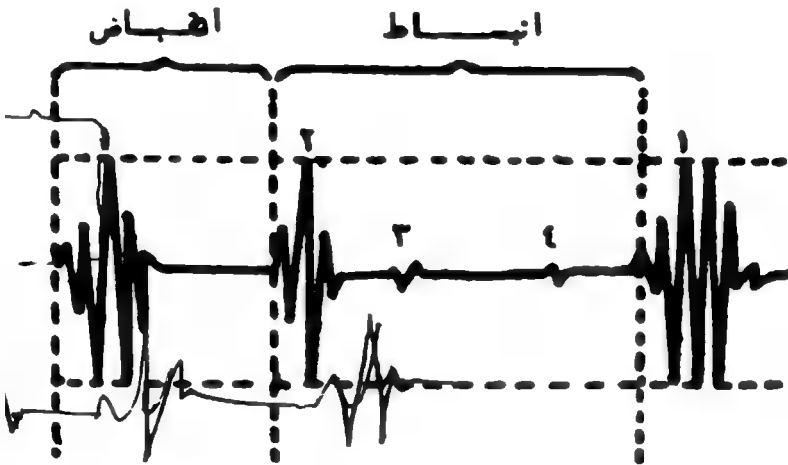
اي (١-٢) فاصلة - ١-٢ فاصلة

١٢٠
١٢١
١٢٢
١٢٣
١٢٤
١٢٥
١٢٦
١٢٧
١٢٨
١٢٩
١٣٠
١٣١
١٣٢
١٣٣
١٣٤
١٣٥
١٣٦
١٣٧
١٣٨
١٣٩
١٤٠
١٤١
١٤٢
١٤٣
١٤٤
١٤٥
١٤٦
١٤٧
١٤٨
١٤٩
١٥٠
١٥١
١٥٢
١٥٣
١٥٤
١٥٥
١٥٦
١٥٧
١٥٨
١٥٩
١٦٠
١٦١
١٦٢
١٦٣
١٦٤
١٦٥
١٦٦
١٦٧
١٦٨
١٦٩
١٧٠
١٧١
١٧٢
١٧٣
١٧٤
١٧٥
١٧٦
١٧٧
١٧٨
١٧٩
١٨٠
١٨١
١٨٢
١٨٣
١٨٤
١٨٥
١٨٦
١٨٧
١٨٨
١٨٩
١٩٠
١٩١
١٩٢
١٩٣
١٩٤
١٩٥
١٩٦
١٩٧
١٩٨
١٩٩
٢٠٠
٢٠١
٢٠٢
٢٠٣
٢٠٤
٢٠٥
٢٠٦
٢٠٧
٢٠٨
٢٠٩
٢١٠
٢١١
٢١٢
٢١٣
٢١٤
٢١٥
٢١٦
٢١٧
٢١٨
٢١٩
٢٢٠
٢٢١
٢٢٢
٢٢٣
٢٢٤
٢٢٥
٢٢٦
٢٢٧
٢٢٨
٢٢٩
٢٣٠
٢٣١
٢٣٢
٢٣٣
٢٣٤
٢٣٥
٢٣٦
٢٣٧
٢٣٨
٢٣٩
٢٤٠
٢٤١
٢٤٢
٢٤٣
٢٤٤
٢٤٥
٢٤٦
٢٤٧
٢٤٨
٢٤٩
٢٥٠
٢٥١
٢٥٢
٢٥٣
٢٥٤
٢٥٥
٢٥٦
٢٥٧
٢٥٨
٢٥٩
٢٦٠
٢٦١
٢٦٢
٢٦٣
٢٦٤
٢٦٥
٢٦٦
٢٦٧
٢٦٨
٢٦٩
٢٧٠
٢٧١
٢٧٢
٢٧٣
٢٧٤
٢٧٥
٢٧٦
٢٧٧
٢٧٨
٢٧٩
٢٨٠
٢٨١
٢٨٢
٢٨٣
٢٨٤
٢٨٥
٢٨٦
٢٨٧
٢٨٨
٢٨٩
٢٩٠
٢٩١
٢٩٢
٢٩٣
٢٩٤
٢٩٥
٢٩٦
٢٩٧
٢٩٨
٢٩٩
٣٠٠
٣٠١
٣٠٢
٣٠٣
٣٠٤
٣٠٥
٣٠٦
٣٠٧
٣٠٨
٣٠٩
٣١٠
٣١١
٣١٢
٣١٣
٣١٤
٣١٥
٣١٦
٣١٧
٣١٨
٣١٩
٣٢٠
٣٢١
٣٢٢
٣٢٣
٣٢٤
٣٢٥
٣٢٦
٣٢٧
٣٢٨
٣٢٩
٣٣٠
٣٣١
٣٣٢
٣٣٣
٣٣٤
٣٣٥
٣٣٦
٣٣٧
٣٣٨
٣٣٩
٣٤٠
٣٤١
٣٤٢
٣٤٣
٣٤٤
٣٤٥
٣٤٦
٣٤٧
٣٤٨
٣٤٩
٣٥٠
٣٥١
٣٥٢
٣٥٣
٣٥٤
٣٥٥
٣٥٦
٣٥٧
٣٥٨
٣٥٩
٣٦٠
٣٦١
٣٦٢
٣٦٣
٣٦٤
٣٦٥
٣٦٦
٣٦٧
٣٦٨
٣٦٩
٣٧٠
٣٧١
٣٧٢
٣٧٣
٣٧٤
٣٧٥
٣٧٦
٣٧٧
٣٧٨
٣٧٩
٣٨٠
٣٨١
٣٨٢
٣٨٣
٣٨٤
٣٨٥
٣٨٦
٣٨٧
٣٨٨
٣٨٩
٣٩٠
٣٩١
٣٩٢
٣٩٣
٣٩٤
٣٩٥
٣٩٦
٣٩٧
٣٩٨
٣٩٩
٤٠٠
٤٠١
٤٠٢
٤٠٣
٤٠٤
٤٠٥
٤٠٦
٤٠٧
٤٠٨
٤٠٩
٤١٠
٤١١
٤١٢
٤١٣
٤١٤
٤١٥
٤١٦
٤١٧
٤١٨
٤١٩
٤٢٠
٤٢١
٤٢٢
٤٢٣
٤٢٤
٤٢٥
٤٢٦
٤٢٧
٤٢٨
٤٢٩
٤٣٠
٤٣١
٤٣٢
٤٣٣
٤٣٤
٤٣٥
٤٣٦
٤٣٧
٤٣٨
٤٣٩
٤٤٠
٤٤١
٤٤٢
٤٤٣
٤٤٤
٤٤٥
٤٤٦
٤٤٧
٤٤٨
٤٤٩
٤٥٠
٤٥١
٤٥٢
٤٥٣
٤٥٤
٤٥٥
٤٥٦
٤٥٧
٤٥٨
٤٥٩
٤٦٠
٤٦١
٤٦٢
٤٦٣
٤٦٤
٤٦٥
٤٦٦
٤٦٧
٤٦٨
٤٦٩
٤٧٠
٤٧١
٤٧٢
٤٧٣
٤٧٤
٤٧٥
٤٧٦
٤٧٧
٤٧٨
٤٧٩
٤٨٠
٤٨١
٤٨٢
٤٨٣
٤٨٤
٤٨٥
٤٨٦
٤٨٧
٤٨٨
٤٨٩
٤٩٠
٤٩١
٤٩٢
٤٩٣
٤٩٤
٤٩٥
٤٩٦
٤٩٧
٤٩٨
٤٩٩
٥٠٠
٥٠١
٥٠٢
٥٠٣
٥٠٤
٥٠٥
٥٠٦
٥٠٧
٥٠٨
٥٠٩
٥١٠
٥١١
٥١٢
٥١٣
٥١٤
٥١٥
٥١٦
٥١٧
٥١٨
٥١٩
٥٢٠
٥٢١
٥٢٢
٥٢٣
٥٢٤
٥٢٥
٥٢٦
٥٢٧
٥٢٨
٥٢٩
٥٣٠
٥٣١
٥٣٢
٥٣٣
٥٣٤
٥٣٥
٥٣٦
٥٣٧
٥٣٨
٥٣٩
٥٤٠
٥٤١
٥٤٢
٥٤٣
٥٤٤
٥٤٥
٥٤٦
٥٤٧
٥٤٨
٥٤٩
٥٥٠
٥٥١
٥٥٢
٥٥٣
٥٥٤
٥٥٥
٥٥٦
٥٥٧
٥٥٨
٥٥٩
٥٦٠
٥٦١
٥٦٢
٥٦٣
٥٦٤
٥٦٥
٥٦٦
٥٦٧
٥٦٨
٥٦٩
٥٧٠
٥٧١
٥٧٢
٥٧٣
٥٧٤
٥٧٥
٥٧٦
٥٧٧
٥٧٨
٥٧٩
٥٨٠
٥٨١
٥٨٢
٥٨٣
٥٨٤
٥٨٥
٥٨٦
٥٨٧
٥٨٨
٥٨٩
٥٩٠
٥٩١
٥٩٢
٥٩٣
٥٩٤
٥٩٥
٥٩٦
٥٩٧
٥٩٨
٥٩٩
٦٠٠
٦٠١
٦٠٢
٦٠٣
٦٠٤
٦٠٥
٦٠٦
٦٠٧
٦٠٨
٦٠٩
٦١٠
٦١١
٦١٢
٦١٣
٦١٤
٦١٥
٦١٦
٦١٧
٦١٨
٦١٩
٦٢٠
٦٢١
٦٢٢
٦٢٣
٦٢٤
٦٢٥
٦٢٦
٦٢٧
٦٢٨
٦٢٩
٦٣٠
٦٣١
٦٣٢
٦٣٣
٦٣٤
٦٣٥
٦٣٦
٦٣٧
٦٣٨
٦٣٩
٦٤٠
٦٤١
٦٤٢
٦٤٣
٦٤٤
٦٤٥
٦٤٦
٦٤٧
٦٤٨
٦٤٩
٦٥٠
٦٥١
٦٥٢
٦٥٣
٦٥٤
٦٥٥
٦٥٦
٦٥٧
٦٥٨
٦٥٩
٦٦٠
٦٦١
٦٦٢
٦٦٣
٦٦٤
٦٦٥
٦٦٦
٦٦٧
٦٦٨
٦٦٩
٦٧٠
٦٧١
٦٧٢
٦٧٣
٦٧٤
٦٧٥
٦٧٦
٦٧٧
٦٧٨
٦٧٩
٦٨٠
٦٨١
٦٨٢
٦٨٣
٦٨٤
٦٨٥
٦٨٦
٦٨٧
٦٨٨
٦٨٩
٦٩٠
٦٩١
٦٩٢
٦٩٣
٦٩٤
٦٩٥
٦٩٦
٦٩٧
٦٩٨
٦٩٩
٧٠٠
٧٠١
٧٠٢
٧٠٣
٧٠٤
٧٠٥
٧٠٦
٧٠٧
٧٠٨
٧٠٩
٧١٠
٧١١
٧١٢
٧١٣
٧١٤
٧١٥
٧١٦
٧١٧
٧١٨
٧١٩
٧٢٠
٧٢١
٧٢٢
٧٢٣
٧٢٤
٧٢٥
٧٢٦
٧٢٧
٧٢٨
٧٢٩
٧٣٠
٧٣١
٧٣٢
٧٣٣
٧٣٤
٧٣٥
٧٣٦
٧٣٧
٧٣٨
٧٣٩
٧٤٠
٧٤١
٧٤٢
٧٤٣
٧٤٤
٧٤٥
٧٤٦
٧٤٧
٧٤٨
٧٤٩
٧٥٠
٧٥١
٧٥٢
٧٥٣
٧٥٤
٧٥٥
٧٥٦
٧٥٧
٧٥٨
٧٥٩
٧٦٠
٧٦١
٧٦٢
٧٦٣
٧٦٤
٧٦٥
٧٦٦
٧٦٧
٧٦٨
٧٦٩
٧٧٠
٧٧١
٧٧٢
٧٧٣
٧٧٤
٧٧٥
٧٧٦
٧٧٧
٧٧٨
٧٧٩
٧٨٠
٧٨١
٧٨٢
٧٨٣
٧٨٤
٧٨٥
٧٨٦
٧٨٧
٧٨٨
٧٨٩
٧٩٠
٧٩١
٧٩٢
٧٩٣
٧٩٤
٧٩٥
٧٩٦
٧٩٧
٧٩٨
٧٩٩
٨٠٠
٨٠١
٨٠٢
٨٠٣
٨٠٤
٨٠٥
٨٠٦
٨٠٧
٨٠٨
٨٠٩
٨١٠
٨١١
٨١٢
٨١٣
٨١٤
٨١٥
٨١٦
٨١٧
٨١٨
٨١٩
٨٢٠
٨٢١
٨٢٢
٨٢٣
٨٢٤
٨٢٥
٨٢٦
٨٢٧
٨٢٨
٨٢٩
٨٣٠
٨٣١
٨٣٢
٨٣٣
٨٣٤
٨٣٥
٨٣٦
٨٣٧
٨٣٨
٨٣٩
٨٤٠
٨٤١
٨٤٢
٨٤٣
٨٤٤
٨٤٥
٨٤٦
٨٤٧
٨٤٨
٨٤٩
٨٥٠
٨٥١
٨٥٢
٨٥٣
٨٥٤
٨٥٥
٨٥٦
٨٥٧
٨٥٨
٨٥٩
٨٦٠
٨٦١
٨٦٢
٨٦٣
٨٦٤
٨٦٥
٨٦٦
٨٦٧
٨٦٨
٨٦٩
٨٧٠
٨٧١
٨٧٢
٨٧٣
٨٧٤
٨٧٥
٨٧٦
٨٧٧
٨٧٨
٨٧٩
٨٨٠
٨٨١
٨٨٢
٨٨٣
٨٨٤
٨٨٥
٨٨٦
٨٨٧
٨٨٨
٨٨٩
٨٩٠
٨٩١
٨٩٢
٨٩٣
٨٩٤
٨٩٥
٨٩٦
٨٩٧
٨٩٨
٨٩٩
٩٠٠
٩٠١
٩٠٢
٩٠٣
٩٠٤
٩٠٥
٩٠٦
٩٠٧
٩٠٨
٩٠٩
٩١٠
٩١١
٩١٢
٩١٣
٩١٤
٩١٥
٩١٦
٩١٧
٩١٨
٩١٩
٩٢٠
٩٢١
٩٢٢
٩٢٣
٩٢٤
٩٢٥
٩٢٦
٩٢٧
٩٢٨
٩٢٩
٩٣٠
٩٣١
٩٣٢
٩٣٣
٩٣٤
٩٣٥
٩٣٦
٩٣٧
٩٣٨
٩٣٩
٩٤٠
٩٤١
٩٤٢
٩٤٣
٩٤٤
٩٤٥
٩٤٦
٩٤٧
٩٤٨
٩٤٩
٩٥٠
٩٥١
٩٥٢
٩٥٣
٩٥٤
٩٥٥
٩٥٦
٩٥٧
٩٥٨
٩٥٩
٩٦٠
٩٦١
٩٦٢
٩٦٣
٩٦٤
٩٦٥
٩٦٦
٩٦٧
٩٦٨
٩٦٩
٩٧٠
٩٧١
٩٧٢
٩٧٣
٩٧٤
٩٧٥
٩٧٦
٩٧٧
٩٧٨
٩٧٩
٩٨٠
٩٨١
٩٨٢
٩٨٣
٩٨٤
٩٨٥
٩٨٦
٩٨٧
٩٨٨
٩٨٩
٩٩٠
٩٩١
٩٩٢
٩٩٣
٩٩٤
٩٩٥
٩٩٦
٩٩٧
٩٩٨
٩٩٩
١٠٠٠

تسجيل اصوات القلب

PHONOCARDIOGRAPHY

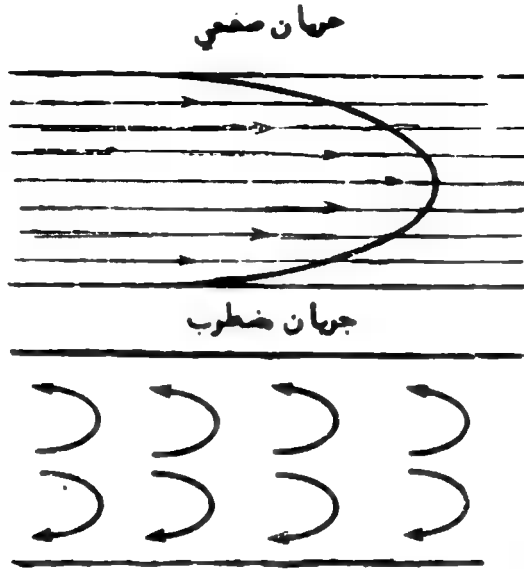
باستعمال جهاز لاقط مثبت على الصدر فانه يمكن تسجيل اصوات القلب على شكل مخطط ويسمى هذا الجهاز بجهاز تسجيل اصوات القلب (Phonocardiogram) (شكل ٧) وعلى مثل هذا التخطيط يمكن ملاحظة صوتين اضافيين هما الصوت الثالث ^(٣) والذي يمثل اندفاع الدم الى البطينين اثناء بداية الانسساط ، والصوت الرابع ^(٤) الذي يمثل الانقباض الاذيني والذي يحدث قبل الصوت الاول بفترة وجيزة .



شكل ٧- تسجيل اصوات القلب . تسجيل اصوات القلب باستعمال جهاز لاقط مثبت على الصدر . وينتج الصوت الاول للقلب عن انغلاق الصمامين التاجي والتلافي الشرف . اما الصوت الثاني للقلب فينتج عن انغلاق الصمامين الابهر والرئوي . وازضافة لذلك فانه يمكن تسجيل صوتا ثالثا ورابعا للقلب .

جريان الدم الصامت (Silent blood flow)

عند جريان الدم داخل وعاء دموي ، فان جريانه يكون عادة بشكل صفحي او طبقي (Laminar) (شكل ٨ القسم العلوي) وتجري الطبقات الخارجية والقريبة من جدار الوعاء الدموي ببطء شديد وتزداد سرعة جريان هذه الطبقات تدريجيا كلما قربت من مركز الوعاء الدموي ، حتى تصل السرعة اقصاها في وسط الوعاء الدموي . والدم الجاري في الوسط ينزلق انزلاقا بالنسبة للطبقة التي عليها وهكذا حتى



شكل ٨- الأعلى . يكون جريان الدم في الوعاء الدموي طبقيًا . وهذا النوع من الجريان يكون صامتًا .
الأسفل . وعندما يجري الدم بسرعة عالية من خلال تضيق في الدورة الدموية يكون جريانه عندئذ مضطربًا . وينتج عن هذا اهتزازات يمكن سماعها أو جسها .

حافة جدار الوعاء الدموي . ولذلك يسمى مثل هذا الجريان بالجريان الصفحي أو الطبقي أي على شكل صفائح أو طبقات . ومثل هذا الجريان للدم لا يحدث صوتًا مسموعًا أي أنه يكون صامتًا . فلذلك لا يمكن سماع أي صوت للدم الجاري خلال الشريان (الكعبري) . ويمكن التأكد من ذلك بتقريب السمع فريبًا من الأذن حيث لا نسمع أي صوت حتى ولو استعملنا السماعه لذلك الغرض

جريان الدم الصاخب (Noisy blood flow)

وإذا ما ازدادت سرعة جريان الدم عن حد معين أو يعرف برقم رينولدز (Reynolds number)، فإنه تحدث تيارات متعاكسة وعندها يتوقف الدم عن سريه الصفحي أو الطبقي داخل الوعاء الدموي ويصبح جريانه حينذاك مضطربًا وبدأ جدار الوعاء الدموي بالتذبذب محدثًا صوتًا واضحًا يمكن سماعه . ويمكن حدوث مثل هذا الاضطراب في جريان الدم عند وجود انسداد جزئي في مجرى الدم وذلك لأن سرعة جريانه بعد اجتيازه لمنطقة الانسداد تكون عالية . ويستفاد من هذه الظاهرة في قياس ضغط الدم بطريقة اصوات كوروتكوف (Korotkov Sounds) .

نفخات القلب

HAERT MURMURS

يكون جريان الدم في القلب في الحالات الطبيعية صامتا ولكنه اذا ما حدث ان فشل احد الصمامات القلبية في الانفتاح بصورة تامة فانه سيكون كانسداد جزئي . وتزداد عند ذلك سرعة جريان الدم عند اجتيازه الفتحة الضيقة وهذا ما يؤدي الى حدوث اضطراب فيه واصوات وذبذبات في الصدر وتسمى هذه الاصوات بنفخات القلب (Heart Murmurs) والتي يمكن سماعها عند جدار الصدر بالسماعة .

وقد لا تسمع هذه الاصوات ان كان تردد الذبذبات واطنا ، ولكنها يمكن تحسسها عند وضع اليد على جدار الصدر . وتسمى هذه الذبذبات المحسوسة «هرير القلب» (Heart Thrills)

ويطلق على الحالة التي يكون فيها الصمام ضيقا ولا يفتح بصورة كاملة بحالة «التضييق» (Stenosis)

وقد يكون السبب في حدوث حالة نفخات القلب عدم قابلية احد الصمامات على الانفلاق بصورة تامة تاركا بذلك فتحة صغيرة فيه يندفع منها الدم بسرعة عكس اتجاه جريانه الطبيعي وتسمى هذه الحالة باللاكفاية (Incompetence) او القلس (Regurgitation)

السبب
الابهر

النفخات بسبب الصمامين الابهر والرئوي

MLRMURS DUE TO THE AORTIC AND PULMONARY VALVES

ان النفخات الناتجة بسبب جريان الدم من خلال فتحة ضيقة اثناء الدوران تكون اعلى عندما تصل سرعة جريان الدم اقصاها . ولذا فان طور الدورة القلبية التي تسمع فيه هذه النفخات تعين باللمحة التي يجري فيها الدم بسرعة من خلال الانسداد ففي حالة تضييق الابهر (Aortic Stenosis) فان السرعة العالية تحدث خلال الانقباض البطيئ ، ومن ثم فان النفخة تحدث اثناء الانقباض ولذا تسمى بالنفخة الانقباضية (Systolic Murmur)

اما في حالة قلس الابهر فان الدم يعود بسرعة عالية من الشريان

الابهر الى البطين الايسر اثناء الانبساط البطيني وهذا يؤدي الى حدوث نفخة انبساطية (Diastolic Murmur)

وتظهر النفخات الانقباضية في جهاز تخطيط اصوات القلب بين الصوتين الاول والثاني بينما تظهر النفخات الانبساطية بين الصوتين الثاني والاوّل الذي يليه .

اما النفخات التي تكون بسبب الصمام الرئوي فلها نفس توقيت النفخات التي يحدثها الصمام الابهر

نفخات القلب بسبب الصمامين التاجي والثلاثي الشرف

MURMUR DUE TO THE MITRAL AND TRICUSPID VALVES

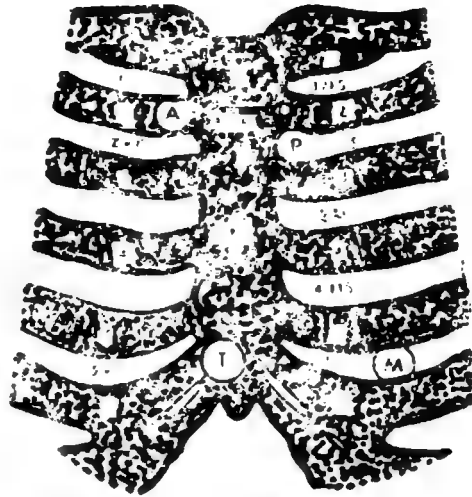
ان تضيق الصمامين التاجي والثلاثي الشرف بسبب نفخة اثناء الانبساط واذا ما كان الاذنان منقبضين وغير مرتجفين ، فان النفخة ستصل اقصاها عند طور الانقباض الاذيني في نهاية الانبساط البطيني . ولذا فان النفخة التي تكون بسبب تضيق الصمام التاجي هي نفخة انبساطية متصاعدة تبلغ اقصاها في نهاية الانبساط اما النفخة التي تكون بسبب لاكفاية الصمام التاجي (او قلس الصمام التاجي) فانها تحدث اثناء الانقباض البطيني عندما يعود قسم من الدم من خلال فتحة الصمام التاجي غير المنغلقة الى الاذين الايسر بدلا من ضخه الى الابهر . ولذا فان هذه النفخة تحدث اثناء الانقباض ويطلق عليها نفخة انقباضية .

مناطق الصمامات (Valves Areas)

الرئتان نافلان ضعيفان للصوت ويمكن الاستماع لاصوات القلب ونفخاته عندما لا يكون هناك نسج رئوي فاصل بين القلب وجدار الصدر و اوضح منطقة يمكن الاستماع منها للاصوات الناتجة عن انفلاق الصمامين الابهر والرئوي تقع في منطقة الاضلاع الثانية حيث يكون الشريان الرئوي قريبا من السطح الخارجي في المسافة الثانية اليسرى (شكل ٩) بينما يكون الشريان الابهر اقرب للسطح الخارجي تحت القفص الصدري بين عظم القص

ويجب الملاحظة بان المسافات الموجودة بين الاضلاع تسمى بالنسبة للضلع الذي قبلها وعليه فان المسافة الثانية تقع مباشرة تحت الضلع الثاني وبين الضلعين الثاني والثالث

ان الضلع الثاني متصل مع عظم القص في الزاوية القصية



شكل ٩- مناطق الصمامات . مواضع الصمامات الاربعة على جدار الصدر حيث يمكن سماعها بوضوح .

(A) = صمام الابهر

(P) = الصمام الرئوي

(T) = الصمام الثلاثي الشرف

(M) = الصمام التاجي

إذا ما جسي القص بتمرير الاصبح الى الاسفل على الخط الوسط ، فان الزاوية القصية (SA) سيظهر بها كحرف على بعد حوالي ٥ سنتيمترات اسفل الثلثة الودجية . وهذه الزاوية القصية (زاوية لويس) هي ملتقى القبضه وعظم القص . وهي دالة مهمة ، حيث ان الضلع الثاني (الفضروف الضلعي) يتصل مع القص في هذا المستوى ، وتمكن من تعيين الضلع الثاني بدقة .

والمسافات تسمى بالنسبة إلى الضلع الذي فوقها . فتقع المسافة الثانية بين الضلع الثاني والضلع الثالث . أن الصمام التاجي يسمع بوضوح في موضع ضربة القمة والتي تقع عادة في المسافة الخامسة اليسرى (5 ILS) على بعد ٧٠٦-٨٠٩ سم من الخط الوسط والذي يمثل خطا خلال منتصف الترقوة .

(Sternal Angle) والتي يمكن تحسسها كحرف يقع اسفل الثلمة الودجية **(Jugular Notch)** بحوالي البوصتين .

ويجب ان لا ننسى ان الصوت الثاني للقلب يكونه الصمامان الابهر والرئوي . وعند الاستماع فوق مناطق هذين الصمامين فاننا نسمع فقط الصوت الثاني للقلب .

ان الصوت الناتج عن انسداد الصمام الثلاثي الشرف والنفخات الناتجة بسببه يمكن سماعه بوضوح اكثر على الحافات السفلى من عظم القص في الجانب الايمن من منطقة الفضروف الضلعي السادس .

ضربة القمة (Apex Beat) :

يتأرجح القلب اثناء تقلصه للامام ويصطدم بجدار الصدر في المسافة الخامسة حوالي 3-3.5 بوصة (7.6-8.9سم) من الخط النصف . وفي كثير من الاشخاص فان هذا الحشر يمكن رؤيته كضربة قمة . حيث يمكن الشعور بها بوضع راحة اليد على الصدر .

ان موضع ضربة القمة من الخط النصف توافسق تقريبا منتصف الخط الترقوي والذي يمثل خطا عموديا باتجاه الاسفل خلال منتصف الترقوة . وان ضربة القمة في معظم الاشخاص هي احسن موضع يمكن منها الاستماع الى انفلاق الصمام التاجي والاصوات الناتجة عنه .

ان المسافات الثانية والثالثة على الحافة القصبة هي المواضع التي غالبا ما يمكن الاستماع منها الى اصوات الصمامات الاربعة بوضوح .

وظائف الاذنين

FUNCTIONS OF THE ATRIA

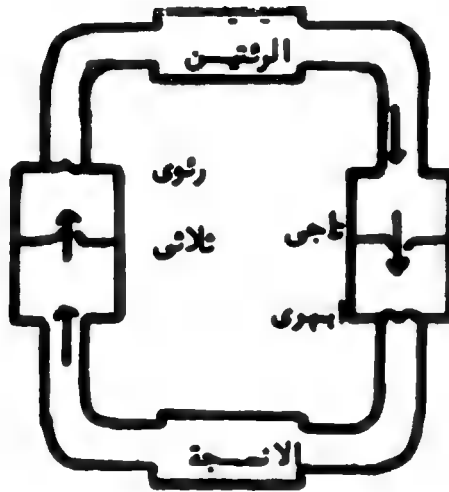
ان الدم العائد بصورة مستمرة خلال الاوردة (شكل ١٠) يدخل الجانب الايمن من القلب واثناء فترة الانبساط عندما يكون الصمام الاذيني البطيني مفتوحا ، فان هذا الدم يدخل راسا الى البطين الايمن ويتجمع فيه . واثناء الانقباض البطيني ، فان الصمام الاذيني البطيني ينفلق وفي هذه الحالة فان الدم العائد الى القلب لن يتمكن من الدخول الى البطين الايمن بل يتجمع في الاذنين الايمن وعليه فان الاذنين الايمن يمثل « غرفة انتظار » اذ يعمل كمستودع للدم العائد للقلب خلال الانقباض البطيني والذي لا يستطيع دخول البطين .

ان دوران الدم يمكن ان يتم دونما انقباض اذيني . اذ ان الانقباض الاذيني الذي يحصل في ضربات القلب الطبيعية يزيد من ملء البطينين

بالدم . اذ انه في نهاية فترة الانبساط يكون البطينان قد امتلا بثلاثة ارباع الدم الوريدي القادم للقلب ، ومن ثم ففي العشر الاخير من الثانية من الانبساط البطيني تنقبض الاذيان محولة بذلك كمية الربع المتبقية من الدم الى البطينين .

ان نفس الشيء يحصل في الجانب الايسر من القلب كما يحصل في الجانب الايمن منه ولكن الدم في الجانب الايسر يكون قادما من الرئتين .

وعليه فان عمل البطينان يكون كمضخة منشطة والتي تجهز البطينين بكمية اكبر من الدم لضخه في الضربة التالية .



شكل ١٠٠- وظائف الاذنين . ان معظم الدم العائد الى القلب خلال الانبساط البطيني يمر راسا من خلال الاذنين والصمامين الاذنية البطينية ليتجمع في البطينين . وقبل الانقباض التالي بفترة وجيزة ، تنقلص للاذيان لتحول كمية اضافية من الدم الى البطينين ، وبدا تم امتلا البطينين . ان الانقباض الاذني يزيد من كفاءة القلب كمضخة ولكنه غير ضروري للحياة . والدم العائد الى القلب خلال الانقباض البطيني يجد الصمامين الاذنية البطينية مغلقين، فيتجمع هذا الدم في الاذنين .

٣ - العضلة القلبية والتخطيط الكهربائي

(Cardiac Muscle and the Electrocardiogram)

يضرب القلب لانه يتكون من العضلة القلبية . وكل خلية في العضلة القلبية لها خاصية النسيقة (Rhythmicity) ، اي التقلص والانبساط بالتعاقب وهي التي تسمى بالضربات . ولخلايا العضلة القلبية كذلك خاصية التوصيل (Conductivity) . ان كل ليفة عضلة قلبية تتفرع وتقترب من عدد من خلايا العضلة القلبية فاذا ما بدأت احدى خلايا العضلة القلبية بالتقلص فان موجة التقلص هذه سرعان ما تنتشر الى الخلايا المجاورة فتقلص هي ايضا وبهذه الطريقة فان موجة التقلص المبتدئة من قسم واحد من القلب تنتشر بسرعة الى جميع خلايا العضلة القلبية الاخرى .

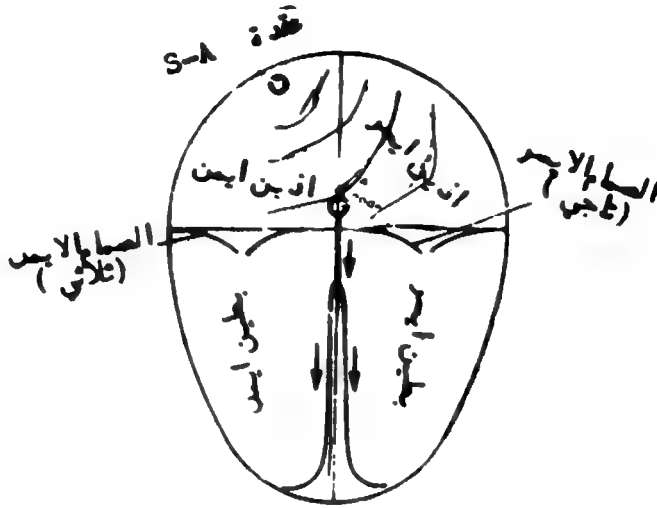
اصل النبضة القلبية وانتشارها

ORIGIN AND PROPAGATION OF THE CARDIAC IMPULSE

تنشأ ضربة القلب في البرمائيات كالضفدع في الجيب الوريدي (Sinus Venosus) والذي هو تجويف اضافي يوجد بين الاوردة والاذين الايمن .

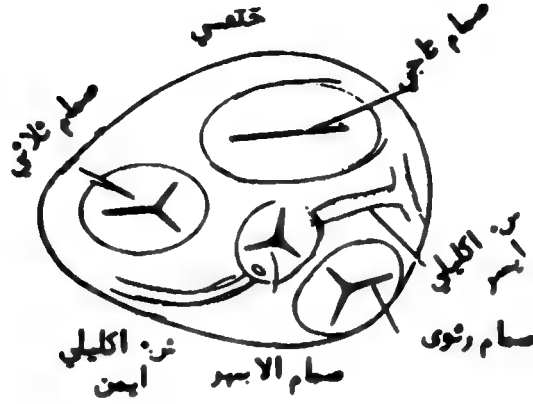
اما في الانسان فليس للجيب الوريدي اي وجود ، وكلما بقي منه هو العقدة الجيبية الاذينية (Sinu - Atrial Node) ويرمز لها (S - A node) والتي تتكون من مجموعة من الخلايا في الاذين الايمن قريبا من مدخل التجويف الوريدي الاعلى (Superior Vena Cava) . تنشأ ضربة القلب في الانسان في العقدة الجيبية الاذينية . وتعمل هذه العقدة كناظم (Pacemaker) للقلب . وسرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية تعين سرعة القلب . وحيث ان سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية هي اعلى من سرعة خلايا العضلة القلبية الاخرى ، لذا فان هذه الخلايا لا تستعمل خاصيتها النسيقة بل تتبع السرعة التي حددتها العقدة الجيبية الاذينية مستعملة بذلك خاصيتها التوصيلية .

تنتشر ضربة القلب من العقدة الجيبية الاذينية خلال عضلة الاذين (شكل ١١) مسببة تقلص الاذنين معا . وعند تقلص هذين التجويفين فانهما يدفعان بالدم من خلال الصمامين الاذنيين البطينية الى البطينين . يفصل الاذنين عن البطينين حاجز ليفي يوجد فيه الصمامان



شكل ١١ - انتشار النبضة القلبية خلال القلب . تبدأ الصدمة القلبية في العقدة الجيبية الأذنية (S . A) وتنتشر خلال عضلة الأذين الأيمن ، والأذين الأيسر إلى العقدة الأذينية البطينية (A . V) .
وتمر موجة التقلص نحو الأسفل عن طريق الحزمة الأذينية البطينية (حزمة هيس) لتصل إلى البطين الأيمن والبطين الأيسر .

الأذينية البطينية (شكل ١٢) . ولا يتكون هذا الحاجز الليفي من العضلة القلبية ، ولذا فإنه لا يستطيع نقل النبضة القلبية . ونتيجة لذلك فإن موجة التقلص والتي سبق وانتشرت في عضلة الأذينين ، ستضعف وتختفي بدلا من أن تنتشر مباشرة إلى البطينين . ولكنه يوجد هناك مسلك واحد بين الأذينين والبطينين يبدأ في العقدة الأذينية البطينية (Atrioventricular Node) (وأختصارها A - V Node) متجها إلى الأسفل على طول الحاجز الفاصل بين البطينين يعرف بالحزمة الأذينية البطينية (Atrioventricular Bundle) أو حزمة هيس (Bundle of His) وعندما تصل موجة التقلص المنتشرة في عضلة الأذينين إلى العقدة الأذينية البطينية فإنها تتجه نحو الأسفل خلال النسيج العضلي التحور للحزمة الأذينية البطينية لتصل إلى البطينين عن هذا الطريق ومن ثم تنتشر خلال البطينين الأيمن والأيسر حيث يبدأان بالتقلص .



الأمري

شكل ١٢- ان الحاجز الذي بين الأذنين والبطينين يحتسوي على صمامات القلب الأربعة . وينشأ الشريانان الإكليليان من الأبهري من الطرف البعيد لصمام الأبهري مباشرة .

عند ملاحظة ضربة القلب أثناء عملية فتح الصدر نرى الأذنين يتقلصان تتبع ذلك فترة قبل ان يبدأ البطينان بالتقلص . وبعد هذا التقلص فان الأذنين والبطينين ينبسطان .

ان ضربات القلب بهذه الصورة الطبيعية الناشئة من العقدة الجيبية الأذينية تكون بعالة نسق طبيعي او نسق جيبى (Normal or Snus Rhythm) .

التخطيط الكهربائي للقلب

ELECTROCARDIOGRAM

ان هذا الانتشار لضربة القلب من العقدة الجيبية الأذينية الى الأذنين اولا ومن ثم نحو الاسفل الى الحزمة الأذينية البطينية واخيرا الى البطينين ، يرافقه تغير في الفولطية الكهربائية والذي يمكن قياسها من مكان بعيد عن القلب . وهذا التسجيل الكهربائي يسمى بالتخطيط الكهربائي للقلب .

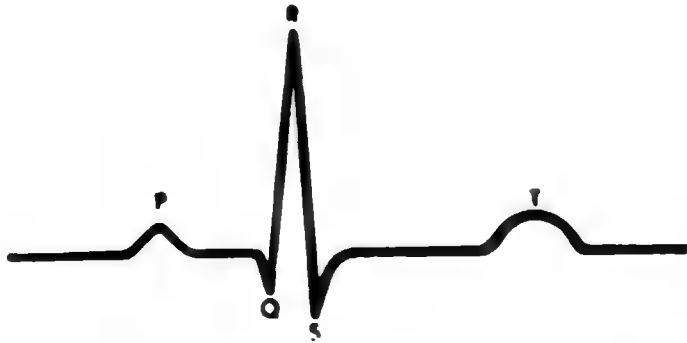
ان مقدار التغير في الفولطية كما يسجل من الذراعين (توصيلة I) هي واحد من الالف من الفولت حيث تكبر وترسم باستعمال مسجل قلمي (Pen Recorder) ، او باستعمال مرسمة الدبذبات

لاشعة المهبط ويعرف الجهاز المستعمل لهذا الغرض بجهاز التخطيط الكهربائي للقلب (Electrocardiograph)

ويظهر التسجيل تقلبات خلال الدورة القلبية تعرف بالموجات (Waves) والمركبات (Complexes) (شكل ١٣) . فموجة (P) تعود الى انقباض الاذنين وهذه يتبعها مركب (QRST) (مركب من مجموعة من الموجات) والذي يعود للانقباض البطيني .

ان مركب (QRST) المسجل خلال الانقباض البطيني يكون صغيرا جدا بالنسبة للفولطية الكهربائية الناتجة فعليا عن كل خلية عضلية قلبية طوال فترة الانقباض البطيني . وذلك لان الفولطية الكهربائية الناتجة من البطين الايمن تميل الى تعطيل او اختزال الفولطية الكهربائية الناتجة من البطين الايسر . ولتوضيح ذلك فانه لو وضعنا بطاريتين في مصباح يدوي بوضع مكدوس ، فان حاصل الفولطية الكهربائية يكون ضعيفا لدرجة لا يمكن معها للمصباح ان يضيء ابدا . وفي التخطيط الكهربائي للقلب فان الفولطية الكهربائية الناتجة من بطين واحد تكون عكس الفولطية الكهربائية الناتجة من البطين الاخر ، ولذلك فمحصول الفولطية الكهربائية المسجلة عند ذاك تكون صغيرة .

وفي الحالات الطبيعية فان الفترة التي لا يكون فيها التعطيل كاملا ، تكون في بداية الانقباض (مركب (QRS) ، وفي نهايته (موجة (T) ان مركب (QRS) هو نتيجة ضربة القلب الواصلة الى اجزاء مختلفة من البطينين في ازمة مختلفة قليلا . ولا توجد موجة (Q) دائما . اما موجة (T) فبسببها انبساط بعض اجزاء القلب قبل غيرها .

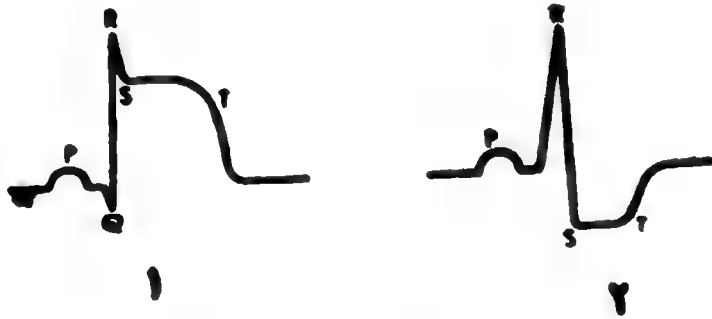


شكل ١٣- التخطيط الكهربائي الطبيعي للقلب . تسمى الموجات بالحروف الابجدية مبتدأة بالحرف (P) وتمثل موجة (P) الانقباض الاذيني . اما مركب (QRST) فانه يمثل الانقباض البطيني .

واذا حدث ان احد البطينين لم ينتج فولطيته الكاملة ، فان التمثيل سوف لن يكون كاملا . ويحدث هذا في حالة عدم تمييز البطينين بدم كاف من الشرايين القلبية كما في حالة مرض القلب السداوي (Ischaemic Heart Disease) واحتشاء العضلة القلبية (Myocardial Infarction) وخثار الاكليلي (Coronary Thrombosis)

وبشاهد المعجز في التمثيل يوضح في جزء شريط التخطيط بين موجتي (S) و (T) وفي هذا الجزء من التخطيط المعروف بشدة (S - T) فان التمثيل يكون جيدا للدرجة انه لا يمكن تسجيل اي فولطية كهربائية على الرغم من ان كلا البطينين يدفعان الدم في هذه الفترة (Isoelectric Region) منطقة سوى الجهد الكهربائي

وبعد حالة خثار الاكليلي فان هذه المنطقة من مخطط التسجيل الكهربائي للقلب لا تكون في حالة فولطية الصفر . واتجاه الازاحة سيمنح من معرفة موضع الخثار . ان (شكل ١٤) يظهر شدة (S - T) . احدهما مرتفعة والاخرى منخفضة في توصيلة (I) من التخطيط الكهربائي للقلب في حالتين من حالات خثار الاكليلي . ففي حالة حدوث خثار امامي فان شدة (S - T) تكون مرتفعة (شكل ١٤ (١)) بينما تكون شدة (S - T) منخفضة في حالة الخثار الاكليلي الخلفي (شكل ١٤ (٢)) .



شكل - ١٤ - التخطيط الكهربائي لحالة خثار الاكليلي .

- (١) خثار امامي حيث يظهر ارتفاعا في شدة (S - T) .
- (٢) خثار خلفي يظهر انخفاضاً في شدة (S - T) . التخطيط مسجل باستعمال توصيلة (I) .

R

R

الحصر القلبي (Heart Block) :

ان مسلك التوصيل خلال القلب الذي سبق وصفه ، ذو اهمية كبيرة في شرح كثير من الاضطرابات السريوية في توصيل القلب .

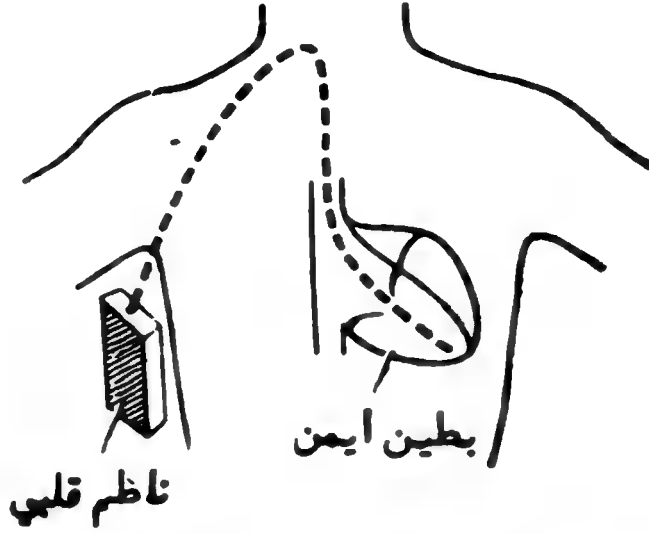
فاذا حدث لمرضى اذى في الحزمة الاذنية البطينية ، فان ضربة القلب الناشئة من العقدة الجيبية تنتشر في الاذنين ومن ثم الى العقدة الاذنية البطينية ، ولكنها لن تصل الى البطينين . وتسمى هذه الحالة بالحصر القلبي . وفي هذه الحالة يتوقف البطينان عن الضرب وبالتالي يتوقف الدم عن الدوران . وحيث ان البطينين يتكونان من العضلة القلبية التي لها الخاصية النسقية ، ففي كثير من الاحيان فان البطينين سرعان ما يبدأ بالضرب ولكن بسرعتهم الخاصة والتي تكون عادة اقل بكثير من سرعة العقدة الجيبية الاذنية . ان سرعة بطينية ذاتية نمطية تبلغ (٣٠) ضربة في الدقيقة بينما تبلغ سرعة الضربات البطينية العادية ٧٠ ضربة في الدقيقة وهي سرعة العقدة الجيبية الاذنية .

ان سرعة الضربات البطينية التي يبلغ مقدارها ٣٠ ضربة في الدقيقة الواحدة لا تكون عادة كافية لادامة دوران كاف الا اذا بقى الشخص راقدا . ولذا فانه اذا ما اريد للشخص القيام بالمشي واداء بعض التمارين ، وجب زيادة سرعة الضربات البطينية . وعليه فيستعمل لثل هذا الغرض ناظم قلبي .

النواظم القلبية (Cardiac Pacemakers) :

من الممكن جعل العضلة القلبية ان تضرب بواسطة التنبيه الكهربائي . وتستعمل هذه القاعدة في علاج الاشخاص المصابين بالحصر القلبي . والمشكلة تكمن في كيفية اصال المنبه الكهربائي الى القلب باقل تدخل جراحي . ويستخدم عادة لهذا الغرض مسار كهربائي على شكل قسطرة تمرر بسيطرة من اشعة اكس خلال وريد سطحي في الرقبة نحو الاسفل الى التجويف الوريدي الاعلى ومنه الى الاذين الايمن . ومن خلال الصمام الثلاثي الشرف الى البطين الايمن (شكل ١٥) حيث يكون عند ذلك في تماس مع داخل البطين الايمن . وتوصل النهاية الخارجية لهذا المسار الكهربائي بالناظم القلبي . ويثبت مسار كهربائي متعادل على جدار الصدر لمسلك العودة . ثم ترسل صدمات كهربائية الى القلب بمعدل ٦٠-٧٠ مرة في الدقيقة . وكل واحدة من هذه الصدمات تنشئ ضربة تنتشر الى البطينين مسببة انقباضهما .

وبمثل هذا الناظم القلبي ذو السرعة الثابتة ، فان الاذنين لن يلعبا اي دور في عملية دوران الدم حيث انهما يتقبضان بسرعة مختلفة .



شكل ١٥- الناظم القلبي . تمرر قنطرة تحتوى على سلك مسلك كهربائي من وريد في الرقبة اسفل التجويف الوريدي الاعلى الى الازين الايمن ، ومن خلال الصمام الثلاثي الشرف الى البطين الايمن . وهذا ما يسمح بتنبيه البطين كهربائيا ٧٠ مرة في الدقيقة . ويكون مسلك الكهربائية العائدة عن طريق مسار كهربائي متعاقل في الابط .

وكذلك فان سرعة البطينين لن تزداد اثناء التمرير على الرغم من ازدياد سرعة العقدة الجيبية الاذينية والاذنين معا .

وفي نوع متقدم من الناظم القلبي فان ضربة العقدة الجيبية الاذينية تستعمل كمحرك للناظم . وفي حالة الحصر القلبي المتقطع فانه يستعمل ناظم خاص ينتج صدمة في حالة توقف القلب عن توليد ضرباته . ولا يظهر مركب (QRS) عند التسجيل .

حصر الحزمة (Bundle Branch Block)

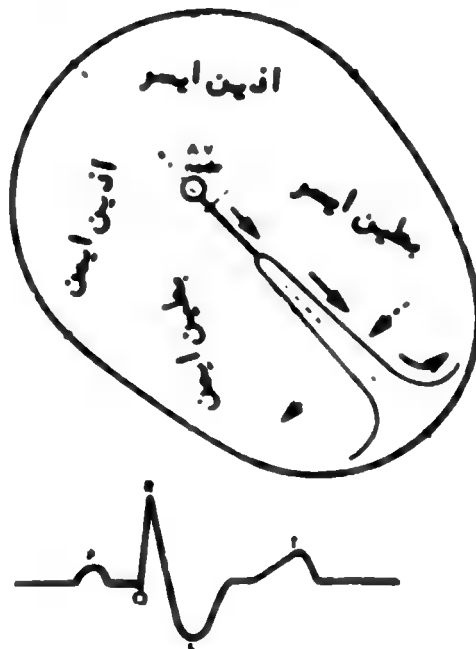
اذا ما اقتصر الحصر القلبي على نصف الحزمة الاذينية البطينية (شكل ١٦) فان الحالة تسمى عندئذ بحصر الحزمة . وموجة التقلص هنا تستطيع الانتشار من العقدة الاذينية البطينية لبطين واحد فقط وهو الذي ينقبض اولاً . ثم تنتشر بعد ذلك موجة التقلص بواسطة عملية التوصيل الى البطين الاخر ، حيث ينقبض بعد فترة قصيرة من انقباض البطين

الاول . وهذا التأخير في انتشار موجة التقلص الى البطين الثاني تظهر نفسها في طول فترة جزء (QRS) من التخطيط الكهربائي للقلب (شكل ١٦) .

فترة (P - R) :

ان الفترة على التخطيط الكهربائي للقلب بين موجة (P) ومركب (QRS) (اي فترة (P - R)) تمثل الزمن المأخوذ لموجة التقلص كي تنتشر من العقدة الجيبية الاذينية الى البطينين . وهذا الوقت في الحالات الطبيعية يبلغ ١٢-٢١ ر. من الثانية .

وفي مرض كالحى الروماتيزمية فانه يحدث ضعفا في التوصيل في



شكل ١٦- حصر الحزمة اليمنى . اذا ما اعترض الفرع الايمن للحزمة الاذينية البطينية ، فان موجة التقلص ستصل الى البطين الايسر مباشرة ، ومن ثم فقط تنتشر في البطين الايمن . ويشاهد التخطيط في الاسفل حيث يشغل مركب (QRS) مدة زمنية اطول من الحالة الطبيعية بسبب ان البلوغ الى طور سوى الجهد الكهربائي (ST) سوف لن يتم الا اذا وصلت موجة التقلص الى البطين الايمن .

الحزمة الاذينية البطينية . ولذا يظهر التخطيط الكهربائي للقلب فترة $(P - R)$ طويلة وان فترة طويلة لـ $(P - R)$ قد تكون نديرا بحدوث حالة حصر قلبي تام عندما لا تكون هناك علاقة وقت ثابتة بين موجات (P) ومركبات $(QRST)$. وعليه ففي حالة حصر قلبي تام قد تبلغ سرعة الضربات البطينية ٣٠ مرة في الدقيقة بينما تكون سرعة العقدة الجيبية الاذينية والاذينين ٧٠ مرة في الدقيقة . وعليه فان شريط التخطيط الكهربائي للقلب سيظهر ٧٠ موجة (P) في كل دقيقة مقابل ٣٠ مركب $(QRST)$.

الضربات الهاجرة

ECTOPIC BEATS

قد ينشئ احيانا احد اجزاء القلب غير العقدة الجيبية الاذينية ضربة قلبية . ويجب التذكر بان كل خلية عضلية قلبية لها خاصية النسيجية ولكن الخلايا الاخرى لا تستعمل هذه الخاصية وانما تتبع الضربات التي تنشئها العقدة الجيبية الاذينية .

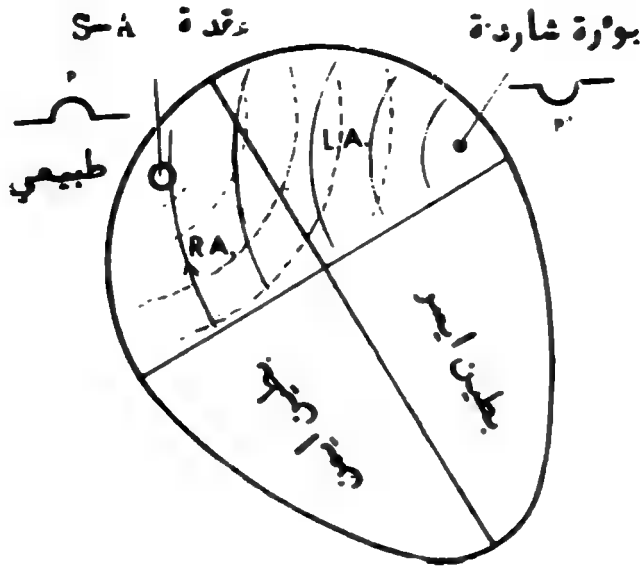
الضربات الشاردة الاذينية (Atrial Extrasystoles) :

اذا ما انشأت احدى خلايا الاذنين ضربة قلبية فانه يطلق عليها بؤرة هاجرة (Ectopic focus) . ويطلق على الضربة اسم الضربة الشاردة الاذينية . وتشاهد على شريط التخطيط الكهربائي للقلب موجة (P) غير طبيعية تختلف شكلا وقد تكون مقلوبة . وان انقلاب الموجة يحدث عندما تنتشر موجة التقلص خلال العضلة الاذينية في الاتجاه المعاكس للحالة الطبيعية (شكل ١٧) .

وعند وصول هذه الموجة غير الطبيعية الى العقدة الاذينية البطينية فانها ستتجه نحو الاسفل خلال الحزمة الاذينية البطينية الى البطينين لتكون مركب $(QRST)$ طبيعي وليس للضربات الشاردة الاذينية المنفردة اهمية سريرية كبيرة .

الضربات الشاردة البطينية (Ventricular Extrasystoles) :

وهذه اكثر شيوعا وذات اهمية اكبر . فاذا ما نشأت ضربة هاجرة من خلية عضلية قلبية بطينية ، فان موجة تقلص ستنتشر على العضلة



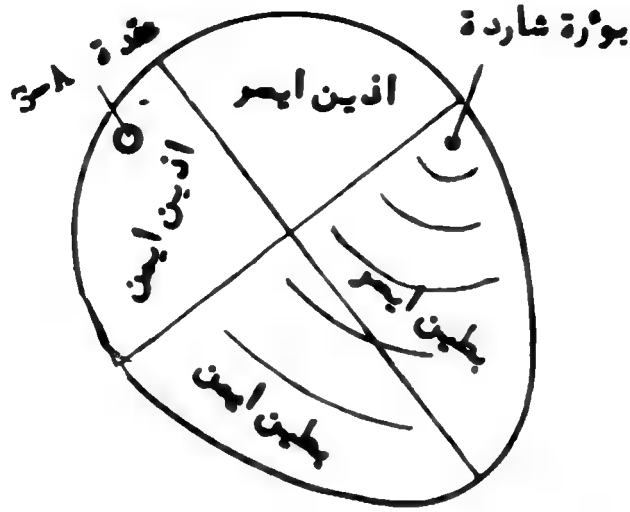
شكل ١٧- الضربة الاذينية الشاردة . ان بؤرة شاردة في الاذنين
تسبب موجة (P) غير طبيعية (P1) . ويكون مركب
(QRST) طبيعيا . (LA) اذنين ايمن . (RA)
اذنين ايسر .

البطينية مسببة انقباضا بطينيا (شكل ١٨) . ولكن هذا الانقباض البطيني
لن يكون مسبوقا بانقباض اذيني . ويكون مركب (QRST) في التخطيط
الكهربائي للقلب في مثل هذه الحالة كبيرا بدرجة غير طبيعية وذو شكل
غير طبيعي ايضا (شكل ١٩) ولا يكون مسبوقا بموجة (P) .

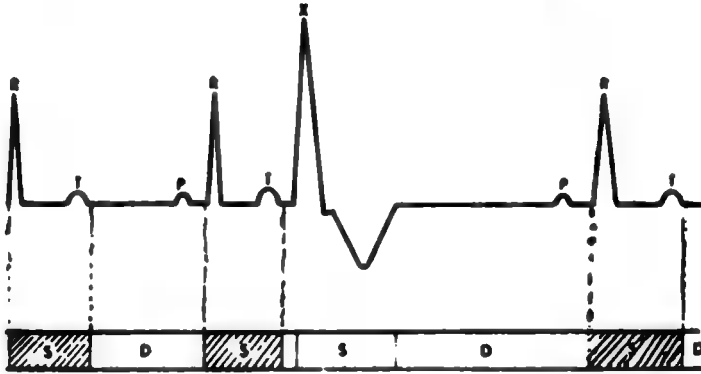
واذا ما تقلص البطينان فلن يستطيعا التقلص مرة اخرى الا بعد
مضي فترة من الوقت تعرف بفترة العصيان (Refractory Period)

فاذا ما نشأت ضربة اضافية من بؤرة هاجرة ، فان الضربة التالية
الطبيعية والناشئة من العقدة الجيبية الاذينية قد تصل البطينين خلال
فترة العصيان وسوف لن تحدث تقلصا بطينيا ، وستكون هناك فترة
راحة بطينية حتى وصول الضربة التالية من العقدة الجيبية الاذينية .
و (شكل ١٩) يوضح ذلك حيث تظهر ضربة شاردة بطينية بعد ضربة قلب
طبيعية . ويتبع ذلك فترة هدوء كهربائي حتى مجيء الضربة التالية .

ان الشخص الذي تظهر فيه مثل هذه الضربات الشاردة نادرا ما



شكل ١٨- الضربة البطينية الشاردة . ان بؤرة شاردة في البطينين
تسبب ضربة بطينية شاردة . ولن تكون هذه مسبقة
بموجة (P)



شكل ١٩- التخطيط الكهربائي لضربة شاردة بطينية (x) . تكون
الضربة الشاردة غير طبيعية في الشكل وغير مسبقة
بموجة (P) ، وان موجة (P) التالية التي تحدث
خلال الضربة الشاردة ، لا تسبب تقلصا بطينيا ويحدث
تاخير حتى تتمكن موجة (P) بعد ذلك من احداث
الانقباض البطيني .

ينتبه الى الضربة الاضافية ، بل يظن بان القلب قد اسقط ضربة وذلك للفاصلة الطويلة التي تعقبها . وتعرف هذه بالضربة الساقطة . ولو انه في الواقع لم تفقد اية ضربة بل انه كانت هناك ضربة مبتسرة . ومثل ذلك كالذي يفقد فجأة دقة الساعة التي وقفت لانه لم يكن سابقا على علم بها . وهكذا ضربات القلب فان الشخص يفقد هذه الضربة الناقصة .

ان الضربات الشاردة البطينية اكثر شيوعا نسبيا وخاصة اثناء الانمات الانفعالية وتحدث عند معظم الاشخاص في وقت واخر ولكن اذا ما كثر حدوثها فتصبح الحالة عندئذ ذات اهمية سريرية حيث قد تكون النذير بحدوث رجفان بطيني (Ventricular Fibrillation) .

ان المريض الذي يتعاطى عقار الديجيتال (Digitalis) قد يصاحبه حدوث ضربة شاردة بطينية بعد كل ضربة طبيعية . ويطلق عليها ضربة مزدوجة . وهي تنبيه بضرورة تخفيض كمية الديجيتال المأخوذة .

وقد يسبب الادريالين حدوث حالة الضربة الشاردة البطينية . واذا ما ازدادت الكمية المأخوذة منه فقد تسبب الرجفان البطيني .

الرجفان البطيني (Ventricular Fibrillation)

توجد في حالة الرجفان البطيني عدد من البؤر الهاجرة في البطينين كنتيجة لذلك لا يحدث انتظام في تقلصهما العام . ويتوقف عندها الدوران واذا لم تتخذ الاجراءات الاضطرابية لانعاش القلب حدثت الوفاة .

ويظهر ان الضربات الشاردة والتي تحدث اثناء موجة (T) للضربة السابقة هي اكثر احتمالا لحدوث الرجفان البطيني حيث ان للمضلة القلبية قابلية تهيج متزايدة خلال هذا الطور .

الرجفان الاذيني (Atrial Fibrillation) :

واذا ما وجد عدد من البؤر الهاجرة في الاذنين تسمى الحالة بالرجفان الاذيني . وهي ليست خطيرة بالدرجة التي عليها حالة الرجفان البطيني حيث ان الانقباض الاذيني غير اساسي للحياة . ومظهر الرجفان البطيني يمثل دوما كحقيبة ملانة بديدان تتلوى . والتخطيط الكهربائي للقلب يظهر عدم وجود موجة (P) ، ولكن العقدة الاذينية البطينية تستلم كمية كبيرة من الموجات التقلصية من عدة اجزاء من الاذنين وتنقلها الى البطينين . ولا يستطيع البطينان بالطبع الاستجابة لكل هذه الموجات كنتيجة لذلك فان الانقباض البطيني يتعدد ولكن بفترات زمنية غير منتظمة . والمريض بالرجفان الاذيني له نبض غير منتظم في توقيته جدا . اي ان سرعة القلب تتموج بدون اي انتظام ويكون من المستحيل عندئذ

التكهن بموعد حصول الضربة التالية . فقد تكون هناك فترات طويلة او قد تكون سلسلة من الضربات السريعة وقد تتناوب هاتان الحالتان مع بعضهما البعض .

المحور الكهربائي للقلب

ELECTICAL AXIS OF THE HEART

ان القلب الضارب ينتج فولطيته الكهربائية في الاتجاه العام من مركز الصدر (نقطة صفر شكل ٢٠) منحرفا الى اليسار كما هو مؤثر بالسهم في الرسم المذكور . ويطلق عليه بالمحور الكهربائي للقلب .

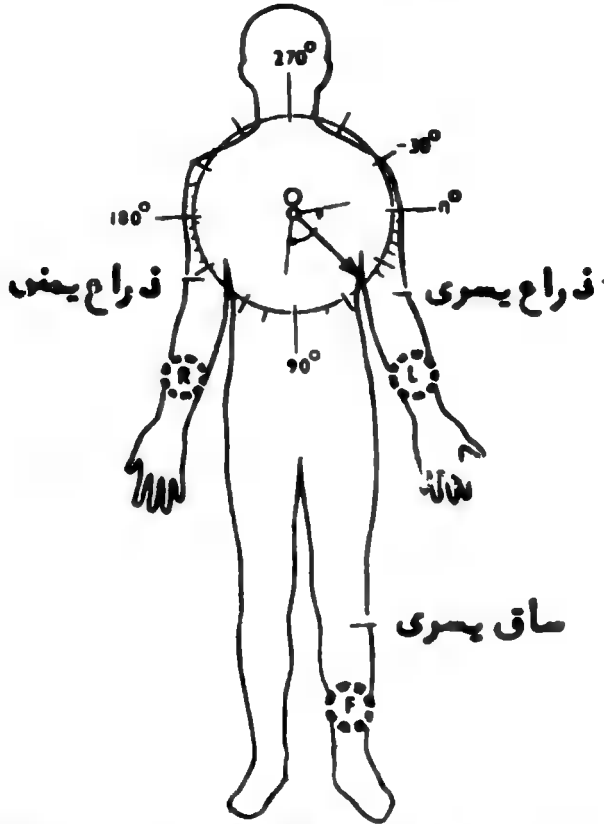
ان هذه الفولطية الكهربائية (والتي تكون التخطيط الكهربائي للقلب) هي قوة موجبة لان لها مقدارا واتجاها . ومن الامثلة الاخرى على القوى الموجبة هي الريح التي لها مقدار (هو سرعة الريح) واتجاه واشارات الراديو من محطة راديو محلية او محطة تلفزيون لها مقدار ايضا (هو قوة المجال) واتجاه . ولكي نستطيع استلام اشارة تلفزيونية قوية فان هوائي التلفزيون يجب ان يوجه باتجاه محطة الارسال . كذلك ان ادنا راديو الترانسسور فان جهازه الصوت ستكون على اقصاها عندما يكون هوائيه الداخلي باتجاه الاشارة المرسله من محطة الراديو . واذا ما ادناه بزاوية قائمة فان جهازه الصوت ستكون عندئذ على ادناها

وحيث ان الفولطية الكهربائية المنتجة من القلب هي قوة موجبة (القوة الموجبة القلبية) فان التخطيط الكهربائي للقلب سيكون ذا سعة كبيرة اذا ما سجل على نفس اتجاه القوة الموجبة القلبية . واذا ما تم التسجيل بزاوية قائمة على القوة الموجبة القلبية فان السعة عندئذ ستكون صغيرة . وان كان الاتجاه اكثر من زاوية قائمة فان التخطيط الكهربائي للقلب سيكون معكوسا .

ويمكن ايجاد اتجاه القوة الموجبة القلبية في المستوى الامامي وذلك باجراء التخطيط الكهربائي للقلب بمدة اتجاهات ومن ثم ملاحظة الاتجاه ذو السعة الاكبر ان التوصيلات القياسية الستة المستعملة تسمى $aVF, aVL, aVR, III, II, I$:

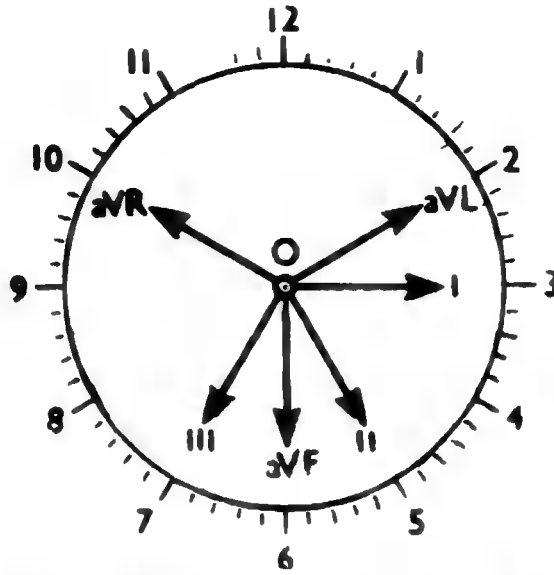
فلو تصورنا وجه ساعة موضوعة على الصدر مركزها على النقطة (O) ولها مؤشر واحد للساعات حيث يمثل الاتجاه الذي يسجل به تخطيط القلب ، واشر المؤشر عند ذاك على الرقم (٣) من الساعة فانه سيعطي اتجاه توصيله (I) ، واذا ما اشر على الرقم (٥) فسوف يعطي اتجاه توصيله (II) . وسيعطي المؤشر اتجاه توصيله (III)

إذا ما اشر على الرقم (٧) (شكل ٢١) .



شكل - ٢٠ - تسجيل التخطيط الكهربائي للقلب . تثبيت المسارات الكهربائية على الذراع الايمن (R) والذراع الايسر (L) والساق اليسرى (F) وعلى الصدر .
ينتج التخطيط الكهربائي للقلب عن القوة الموجهة القلبية والتي تقع في مركز الصدر متجهة الى الجانب الايسر من الجسم كما هي مبينة بالسهم .

اما توصيلة (aVL) فستمثل اذا ما اشر المؤشر على الرقم (٢) و (aVF) على الرقم (٦) ثم (aVR) على الرقم (١٠) والقوة الدافعة القلبية تكون عادة واقعة بين الرقمين (٢٣٠) و (٦٣٠) اي بمتوسط اتجاه تقريبي هو الرقم (٤٣٠) . وعليه فان اتجاه توصيلة (II) سيكون اقرب اتجاه تتمثل به القوة الموجهة القلبية (قارن بين شكلتي ٢٠ و ٢١) ولذلك فان التخطيط المسجل بتوصيلة (II) سيكون اكبر من اي تسجيل بتوصيلة اخرى .



شكل ٢١- ان توصيلات الاطراف القياسية الستة I, II, III, aVR, aVL, aVF تسجل العنصر الاساسي لقوة الوجهة القلبية في اتجاهات مختلفة . وتشاهد هذه مرسومة على وجه ساعة خيالية موضوعة على الصدر حيث تمثل نقطة O مركز الصدر .

ويستعمل في التطبيق العملي مقياس المنقلة الهندسية الدائرية المدرجة من صفر الى ٣٦٠ درجة بدلا من التسمية الرقمية للساعة . حيث تمثل درجة الصفر فيها الرقم (٣) على الساعة (شكل ٢٠) . وباستعمال مقياس الدرجات هذا فان توصيلة (I) ستكون افقية متجهة نحو اليسار ومؤشرة على درجة الصفر .

توصيلة II	=	٦٠ درجة
توصيلة III	=	١٢٠ درجة
aVF	=	٩٠ درجة
aVR	=	٢١٠ درجة
aVL	=	٣٣٠ درجة (ويشار اليها عادة - ٣٠ درجة)

وفي حالة ضخامة البطين الايسر (Ventricular Hypertrophy)

فان القوة الموجة القلبية تنحرف نحو اليسار وتسمى بانحراف المحور اليساري (**Left axis deviation**) . وتقع في الاتجاه العام من مركز الصدر اى الكتف الايسر (الساعة ٢ او - ٣٠ درجة) (شكل ٢٠ و ٢١) . وتكون توصيلة (**aVL**) عندئذ ذات اكبر سعة . اما توصيلة (**I**) فتكون كبيرة ايضا وقائمة لكن توصيلة (**III**) ستكون مقلوبة (اكثر من زاوية قائمة) .

وفي حالة ضخامة البطين الايمن (**Ripht Ventricular Hypertrophy**) فان القوة الموجة القلبية تنحرف نحو اليمين وتقع في الاتجاه العام من مركز الصدر الى الجانب الايمن من الجسم (اكثر من ٦٣٠ على الساعة او ١٠٠ درجة) (شكل ٢٠ و ٢١) . وتسمى هذه الحالة بانحراف المحور اليميني (**Right axis deviation**) . وتكون توصيلة (**I**) مقلوبة بينما تكون توصيلة (**III**) كبيرة وقائمة .

ويمكن ايضا تسجيل توصيلات الصدر (**V1**) الى (**V6**) حيث تمكن من تعيين اتجاه القوة الموجة القلبية على السطح المستعرض .

اعتبارات اخرى للتوصيلات المستخدمة

تثبت المسارات الكهربائية على الذراع اليمنى (**R**) والذراع اليسرى (**L**) وعلى الساق اليسرى (**F**) . ولا تستخدم الساق اليمنى عادة ولكنه قد يثبت مسار كهربائي هنا لتوصيله بالارض . وتكون المسارات الكهربائية عادة على شكل قطع معدنية تثبت على الرسغ والكاحل مع ملاحظة استعمال نوع من الجلوتين تحت موضع القطع المعدنية وذلك للتأكد من اتصالها التام بالجلد . وقد يستعمل مسار كهربائي جاف ذو نؤات كمبشرة الجوز .

ومن ناحية كهربائية فان الاذرع هي امتداد للجلد ولذلك فليس من المهم مطلقا ان كانت المسارات الكهربائية قد ثبتت على الرسغ او على الذراع او على الكتف .

توصيلات الاطراف القياسية (Standard limb leads I, II, III) :

توصل جميع الاطراف الثلاثة بجهاز التخطيط الكهربائي للقلب وتختار المجموعة المناسبة عن طريق مفتاح داخلي وعند تسجيل توصيلات الاطراف فان وصلها مع الكبير يكون كالآتي (شكل ٢٢) :

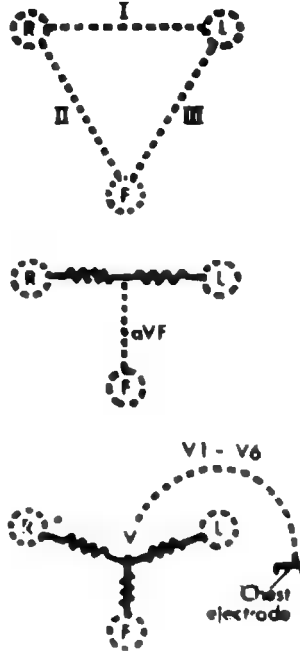
- توصيلة I الدراع الايمن (R) والدراع الايسر (L)
 توصيلة II الدراع الايمن (R) والساق اليسرى (F)
 توصيلة III الدراع الايسر (L) والساق اليسرى (F)

ان التخطيط الكهربائي هو التسجيل لفرق الفولطية بين نقطتين (موصولة بالنقاط) (شكل ٢٢) . هذا ويجب دوما عمل توصيلين الى مكبر جهاز التخطيط . فعند تسجيل توصيلة (I) فان الوصل يكون من احد الدراعين (شكل ٢٢ الاعلى) اما تسجيل توصيلة (II و III) فيكون الوصل من احد الدراعين وساق واحدة الى المكبر وتسمى هذه التوصيلات بالتوصيلات ذات القطبين (Bipolar Leads) ويمكن مشاهدة تسجيل نمطي لها في (شكل ٢٣) الاعلى

توصيلات الاطراف الزادة (aVR, aVL and aVF) وتوصيلات الصدر :

يمكن تسجيل التخطيط باستعمال مسار كهربائي باحث بشرط ان تكون هناك نقطة متعادلة لايصالها بالمكبر ويسمى هذا بالتوصيلة ذات القطب الواحد (Unipolar lead) وعندما يثبت المسار الكهربائي الباحث على الصدر يسمى بالمسار الكهربائي للصدر وقد وجد بانه اذا ماوصلت الاطراف الثلاثة كهربائيا الى نقطة مشتركة (V) خلال مقاوم كربائي (شكل ٢٢ اسفل) فان فولطية (V) سوف لن تتعرج اثناء الدورة القلبية ، وهذا مايمطي نقطة التعادل للايصال الثاني مع المكبر . ويمكن اعتبارها مشابهة لمسار كهربائي في نقطة (صفر) (شكل ٢٠) في مركز الصدر

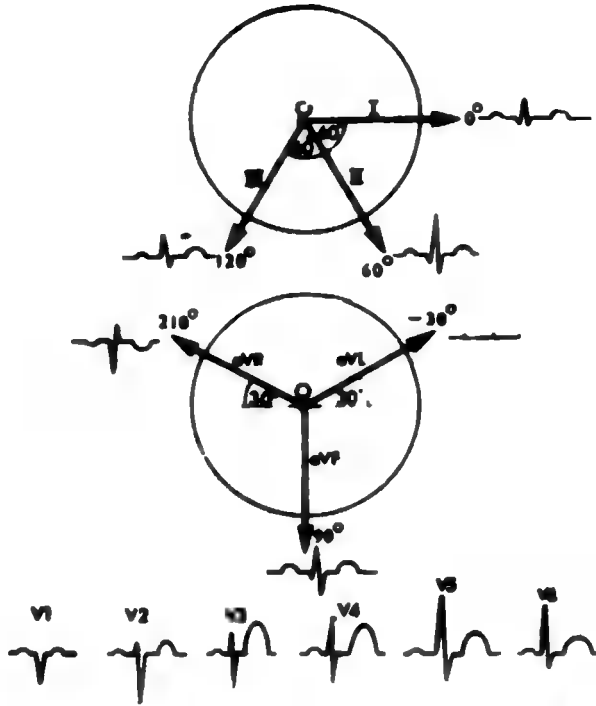
واذا ما كان المسار الكهربائي الباحث او مسار الصدر الكهربائي قد ثبت على الساق اليسرى ، فانه ستسجل الفولطية بين (V) والساق اليسرى (F) (توصيلة (VF)) وعلى كل فان المقاوم الكهربائي بين نقطة (V) والساق اليسرى (F) سيتمكن فقط من تحويل المكبر وتقليل زيادته . واذا ما ازيل هذا فان التسجيل سيكون اكبر . يسمى هذا بتوصيلة (VF) الزادة او توصيلة aVF للاختصار . والمقاومان الكهربائيان الباقيان بين (L) و (R) يمكن مشاهدتهما في (شكل ٢٢ في الوسط)



شكل ٢٢- وضعية التوصيلات الكهربائية في جهاز التخطيط الكهربائي
عند تسجيل توصيلات I, II, III (الأعلى) و aVF (الوسط) و V1 إلى V6 (الأسفل) . ان
موضع الكبر مبين بالخطوط المنقطعة .

وإذا ما سجلت توصيلة (aVF) فان المقاوم الذي بين (V) و (L) سيزول تاركاً ذلكما اللذين بين (R) و (V) وبين (F) و (V) اما مع توصيلة (aVR) فان المقاوم بين (V) و (R) سيزول تاركاً ذلكما اللذين بين (F) و (V) و (L) و (V)

توصيلات الصدر (V_1) الى (V_6) (شكل ٢٢ الأسفل) :
إذا ما سجلت توصيلات الصدر (V_1) الى (V_6) فان المقاومات الثلاثة ستكون موجودة وستكون نقطة (V) موصولة الى مدخل واحد



شكل - ٢٢ - التوصيلات القياسية للتخطيط الكهربائي للقلب (ECG).

الرسم الأعلى. التوصيلات I, II, III. تسجيل.

التوصيلة I جزء القوة الموجهة للقلب في المستوى الأفقي

(في درجة الصفر). وتوصيلة II تسجله في درجة ٦٠

على نفس المستوى. بينما تسجله توصيلة III

في درجة ١٢٠ من المستوى الأفقي.

الرسم الأوسط. توصيلات aVL, aVR, aVF.

ان توصيلة (aVF) تسجله في زاوية ٩٠ (عمودية الى

الأسفل). aVR, في زاوية ٢١٠ بينما aVL في زاوية

٣٣٠ (-٣٠).

ان التوصيلة التي يكون اتجاهها اقرب الى القوة الموجهة

للقلب تظهر المدى الاكبر. وهذا ما يمكن من تعيين اتجاه

القوة الموجهة للقلب.

الرسم الأسفل. توصيلات V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆.

ان المسارات الكهربائية للمصدر تثبت بالتعاقب على مواقع

الصدر الستة (انظر النص) حيث تسجل التوصيلات

V₁ الى V₆.

من الكبير . ان المسار الكهربائي للصدر والذي يكون عادة على شكل فنجان ماص يلتصق بالصدر ويثبت في الاماكن التالية :

(V_1) المسافة الرابعة اليمنى على الحافة القصية

(V_2) المسافة الرابعة اليسرى على الحافة القصية

(V_3) منتصف المسافة بين (V_2) و (V_4)

(V_4) المسافة الخامسة اليسرى ومنتصف الخط الترقوى

(V_5) نفس مستوى V_4 والخط الابطي الامامي

(V_6) نفس مستوى V_4 والخط الابطي الوسطي

ان تخطيط تسجيل V_1 و V_2 يرينا عادة موجات (S)

كبيرة . بينما يرينا V_5 و V_6 موجات (R) كبيرة (شكل ٢٢

الاسفل) . اما في V_3 و V_4 فان موجات (R) و (S) تكون

تقريبا ذات سعة متساوية .

٤ - ضغط الدم BLOOD PRESSURE

الوحدات المستعملة :

لقد اصطلح على قياس الضغط في الجسم بمليمترات الزئبق (ملم زئبق) وليس بالدائين على السنتيمتر المربع او الباسكال او الباوند على الانج المربع ويقاس الضغط استنادا الى الضغط الجوي وليس الى الفراغ . اي ان مقدار الضغط الذي يزيد على الضغط الجوي (ض.ج) هو الذي يسجل .

الضغط الجوي (Barometric Pressure) :

اذا ما وصلت مفرغة هواء الى نهاية انبوب مغمور في اناء من الزئبق، فان الزئبق عندئذ سيرتفع في الانبوب . ومهما كانت كفاءة مفرغة الهواء فان الزئبق سيرتفع الى حوالي ٧٦٠ ملم ويقف عند ذلك الحد (شكل ٢٤ اليسار) ثم تبعد مفرغة الهواء ويسد الانبوب سدا محكما تاركا فراغا فوق الزئبق (شكل ٢٤ اليمين)

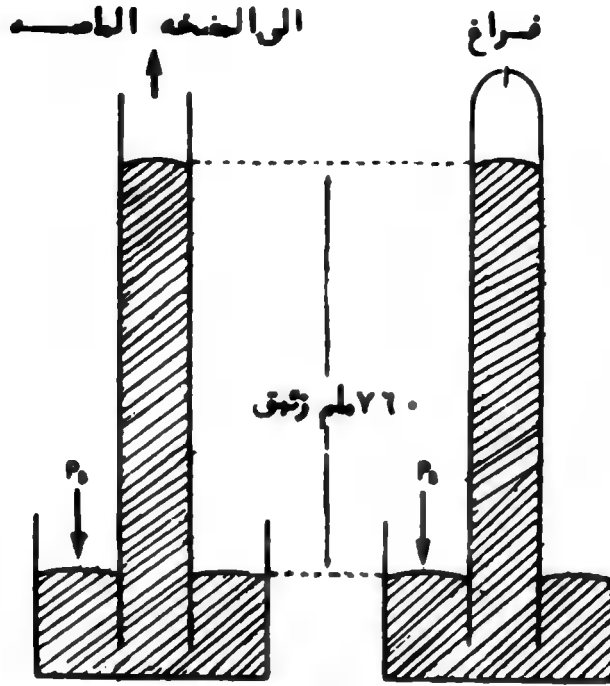
ان الزئبق لم يسحب الى اعلى الانبوب نتيجة الفراغ ولكنه دفع الى الاعلى بواسطة الضغط الجوي المسلط على الزئبق في الاناء .

وهذا الفراغ يميّز الضغط المسلط على الزئبق في الانبوب . ان هذا هو عمل البارومتر ، وارتفاع عمود الزئبق يسمى بالضغط البارومتري . ويتموج ارتفاع عمود الزئبق تبعا للظروف الجوية . فمعد مستوى سطح البحر فان الضغط البارومتري يكون في حدود ٧٣٠-٧٨٠ ملم زئبق او بمعدل ٧٦٠ ملم زئبق (جو واحد) .

وينخفض الضغط البارومتري بزيادة الارتفاع ويتناقص الى النصف في كل ١٨٠٠٠ قدم . وعليه فان الضغط البارومتري على ارتفاع ١٨٠٠٠ قدم هو ٣٨٠ ملم زئبق ويكون ١٩٠ ملم زئبق عندما يصل الارتفاع الى ٣٦٠٠٠ قدم . وهذا هو الارتفاع الذي تطير به معظم الطائرات النفاثة . ولذا فان الضغط داخل هذه الطائرات يكيف الى ما يعادل تقريبا الضغط الجوي عند مستوى سطح البحر .

ضغط الدم (Blood Pressure) :

ان مثل هذا الجهاز في شكل (٢٤) يمكن استعماله كقياس زئبقي للضغط لتسجيل ضغط الدم بعد تحويل اناء الزئبق الى وعاء مغلق له

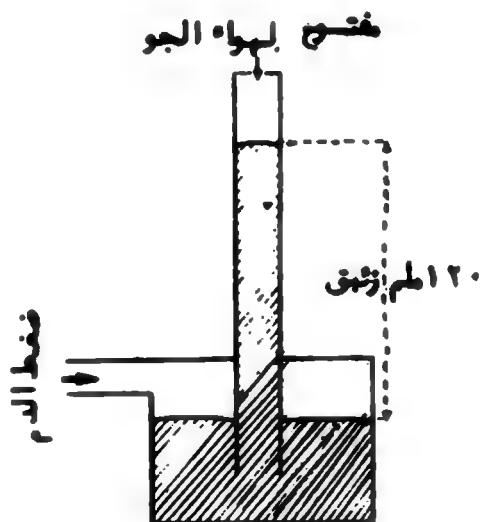


شكل - ٢٤ - اذا ما وصلت مضخة ماصة الى نهاية انبوب زجاجي طوله متر واحد مغمور في اناء من الزئبق فان الزئبق سيرتفع في الانبوب بسبب الضغط الجوي (PB) المؤثر على الزئبق في الاناء الى ارتفاع ٧٦٠ ملم زئبق . ويمكن بعد ذلك ختم الانبوب ورفع المضخة حيث يترك فراغا في قمة الانبوب . وهذا هو البلومتر .

فتحة انبوبية كي تسمح للضغط ان يتسلط على الزئبق اما بواسطة الهواء او بواسطة محلول ملحي (شكل ٢٥) .

ان جهازا كالذي ذكرناه وبفراغ في اعلاه سيكون من الصعب استعماله ، اذ انه عند قياس الضغط الشرياني فان الزئبق سيرتفع الى علو ٨٨٠ ملم (اي ١٢٠ ملم اكثر من الضغط الجوي) . ولذلك سيتطلب الامر انبوبا يزيد طوله على ٣ اقدام . اضافة لذلك فان القراءة ستعتمد على الظروف الجوية . اذ انه يتموج من يوم لآخر تبعا للتغيرات الحاصلة في الضغط الجوي . ولذا فان ضغطا دمويا انقباضيا مقداره ١٢٠ ملم زئبق قد يرفع عمود الزئبق الى علو ٨٩٠ ملم في يوم صحو ولكنه لن يستطيع رفعه لاكثر من ٨٦٠ ملم في يوم رطب .

ولكي يمكن قياس مقدار الضغط الدموي الزائد عن الضغط الجوي فقط . فانه تستعمل قاعدة مقياس الضغط الفارق والذي يكون فيه عمود الزئبق مفتوحا للهواء الخارجي من الاعلى (شكل ٢٥) وهذا يسمح بتسلط الضغط الجوي على اعلى عمود الزئبق ولذا فان الانبوب المستعمل سيكون اقصر كثيرا . ولكي نمنع تسرب الزئبق اثناء خزن النوع الطبي من هذا الجهاز (آلة قياس الضغط) ، فان اعلى الانبوب يسد بسدادة تمنع تسرب الزئبق ولكنها تكون غير محكمة بالنسبة للهواء . ان صفر ملم زئبق على آلة قياس الضغط تمثل الضغط الجوي (٧٦٠ ملم زئبق قياسا للفراغ) . ويعني الرقم ١٢٠ ملم زئبق زيادة في الضغط ١٢٠ ملم زئبق فوق الضغط الجوي $(١٢٠ + ٧٦٠ = ٨٨٠)$ ملم زئبق قياسا للفراغ) .



شكل ٢٥ - مقياس الضغط الزئبقي لقياس ضغط الدم . تسلط ضغط الدم على الزئبق في الاناء من خلال هواء او سائل . ويكون الانبوب مفتوحا للجو من الاعلى . وان ضغطا مقداره ١٢٠ ملم زئبق مسجلا بهذا الجهاز ، يعني ١٢٠ ملم زئبق فوق الضغط الجوي (او ٨٨٠ ملم زئبق مطلق) .

ان الضغط داخل الصدر وفي اوردة الجمجمة قد تكون اقل من الضغط الجوي (ولتقل ٧٥٥ ملم زئبق قياسا للفراغ) . ويشار الى هذا الضغط الذي هو تحت الضغط الجوي عادة بـ ٥ ملم زئبق . وتدل العلامة السالبة على ان الضغط هو اقل من الضغط الجوي بخمسة مليمترا من الزئبق .

وكبدل عن الة الضغط الزئبقية تستعمل الة الضغط الهوائية او الالكترونية . حيث يزيح الضغط حاجزا وتقاس مقدار هذه الازاحة بمؤشر على مقياس ان كانت الالة هوائية او بتغير كهربائي يبين الضغط ان كانت الكترونية .

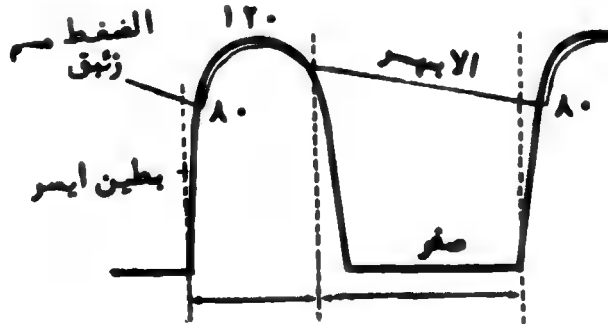
وقد تستعمل الة الضغط الالكترونية بعد وصلها بقثطرة لقياس تغيرات الضغط في القلب والاعوية الدموية . وجميع هذه الالات تدرج باستعمال مقياس ضغط زئبقي .

الضغوط البطينية

VENTRICULAR PRESSURES

يكون الضغط داخل البطين الايسر اثناء الانبساط مساويا للضغط الجوي (اي صفر ملم زئبق) . وعند تقلصه فان الضغط يزداد حتى يصل في اقصاه الى ١٢٠ ملم زئبق اثناء الانقباض ثم يبدأ بالانخفاض قليلا ليكون في نهاية الانقباض حوالي ١١٠ ملم زئبق . وعند ابتداء الانبساط البطيني ، فان الضغط يهبط بسرعة الى صفر ملم زئبق (شكل ٢٦ المنحنى الغامق) .

وثناء الانقباض فان الابهر يكون على اتصال مع البطين الايسر ، وعليه فان الضغط داخله يصل الى ١٢٠ ملم زئبق ايضا (شكل ٢٦ المنحنى الفاتح) . وعندما يبدأ الضغط البطيني بالانخفاض ينفلق صمام



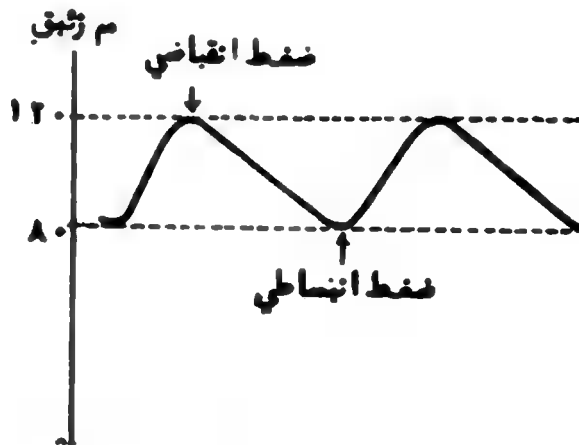
انبساط انقباض

شكل ٢٦- تغيرات الضغط في البطين الايسر والابهر . يتموج ضغط البطين الايسر بين صفر و ١٢٠ بينما يتموج ضغط الابهر بين ١٢٠ و ٨٠ ملم زئبق .

الابهر . ويحافظ الارتداد المطاطي للابهر والشرايين القريبة من القلب على ادامة ضغط دموي كاف لجريان الدم الى الانسجة اثناء الانبساط على الرغم من عدم وجود دفع من القلب خلال هذا الطور من الدورة القلبية . ويكون الضغط في الابهر قد انخفض الى ٨٠ ملم زئبق وسرعان ما يزداد مرة اخرى الى ١٢٠ ملم زئبق بعد ابتداء الانقباض التالي .

ويطلق على الحد الاعلى للضغط في الابهر والشرايين الكبيرة بضغط الدم الانقباضي (Systolic Blood Pressure) ، بينما يطلق على الحد الادنى للضغط فيه بضغط الدم الانبساطي (Diastolic Blood Pressure) (شكل ٢٧) من ذلك نرى بان الضغط في الابهر يتراوح بين حد اقصى هو ١٢٠ ملم زئبق وحد ادنى هو ٨٠ ملم زئبق ويكتب كالتالي :

ضغط الدم = ٨٠/١٢٠ ملم زئبق .

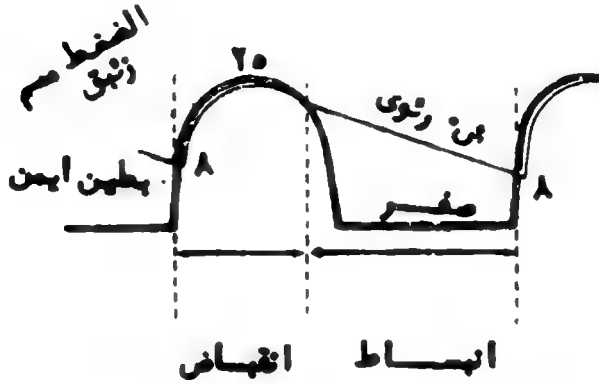


شكل ٢٧ - تموجات ضغط الدم في شريان . ان الحد الاعلى الذي يصله الضغط يسمى بضغط الدم الانقباضي . ويسمى الحد الأدنى الذي يصله الضغط بضغط الدم الانبساطي .

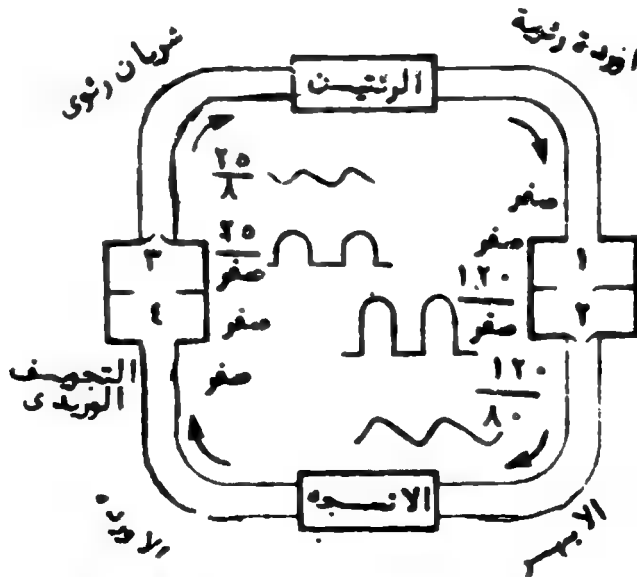
ان نفس الكمية من الدم تضخ من الجانب الايمن للقلب (شكل ٢٨) ولكن تحت ضغط اقل بكثير اذ ان ضغط البطين الايمن اثناء الانبساط هو صفر ملم زئبق وهو يزداد الى ٢٥ ملم زئبق ضغط اثناء الانقباض .

ويتبع ضغط الشريان الرئوي ضغط البطين الايمن الى حد اقصاه ٢٥ ملم زئبق . ويتفلق الصمام الرئوي عندما يبدأ ضغط البطين الايمن بالانخفاض . وليست للشريان الرئوي مطاطية الشريان الابهر ، لذا فان الضغط فيه يكون قد انخفض الى ٨ ملم زئبق في الوقت الذي يبدأ فيه

الانقباض التالي (شكل ٢٨) لذا فان ضغط الشريان الرئوي يتموج بين حد اعلى مقداره ٢٥ ملم زئبق وحد ادنى مقداره ٨ ملم زئبق ولذا فان ضغط الشريان الرئوي يكون ٨/٢٥ ملم زئبق (شكل ٢٩) يلخص الضغوط المختلفة خلال الدورة الدموية .



- شكل ٢٨ - تغيرات الضغط في البطين الايمن والشريان الرئوي .
- يتموج ضغط البطين الايمن بين صفر و ٢٥ ملم زئبق .
 - ويتموج ضغط الشريان الرئوي بين ٨ و ٢٥ ملم زئبق .



- شكل ٢٩ - ملخص للضغوط في اجزاء مختلفة من الدورة الدموية .
- عندما يظهر ضغطان ، فان الضغط الاعلى يكون اثناء الانقباض والضغط الاسفل يكون اثناء الانبساط .

ضغط الدم الشرياني

ARTERIAL BLOOD PRESSURE

ان تعبير ضغط الدم دون تخصيص ، يقصد به الضغط في الابهر والشرايين الكبيرة (ضغط الدم الشرياني) . وان اي ضغط اخر في الدورة الدموية يعبر عنه بالوعاء الخاص به كضغط الدم في الشريان الرئوي او ضغط الدم الشعري ... الخ .

ان اعضاء الجسم بحاجة الى جريان الدم . وضغط الدم الشرياني ضروري لدفع الدم خلال الشريينات والشعريات الدموية والاوردة كي يتم جريان الدم هذا . وبشرط وجود دوران دم كاف ، فان ضغط الدم الشرياني الذي يتم هذا الجريان يكون ذا اهمية ثانوية . فلقد بين فيما سبق بان ضغط الشريان الرئوي (متوسطة ١٦ ملم زئبق) في الدورة الرئوية كاف لادامة جريان ٥٠٠ سم^٣ في الدقيقة من الدم في الرئتين بينما يحتاج في الدورة الرئيسية للدوران الى ضغط ابهرى عال (متوسطه ١٠٠ ملم زئبق) .

وهناك بعض الاشخاص في جنوب شرقي اسيا يديمون جريان الدم الرئيسي بمتوسط ضغط مقداره ٧٠ ملم زئبق . ولهذا فان ضغط دمهم اوطا ممن هم في العالم الغربي .

وهناك عاملان يجب الاخذ بهما بعين الاعتبار فيما يخص ضغط الدم . اولهما انه في وضع الجلوس او الوقوف فان الدماغ يكون في مستوى اعلى من القلب ولذا فان ضغط الدم سيكون ضروريا لدفع الدم الى الاعلى من القلب الى الدماغ . واذا ما قل ضغط الدم كثيرا ، فان جريان الدم في المخ سيكون غير كاف . ولن يحتاج الشخص لمثل هذا الضغط عندما يكون راقدا . ولذا فان الشخص الذي يكون ضغط دمه واطنا قد يبقى في وعيه عندما يكون راقدا ولكنه سرعان ما يفقد وعيه في حالتي الجلوس او الوقوف

العوامل التي تعين ضغط الدم

FACTORS DETERMINING BLOOD PRESSURE

لكي يتكون ضغط الدم ، فيجب ان يكون هنالك طرح قلبي ومقاومة لجريان الدم في الدورة الدموية النظامية . وتدعى هذه المقاومة بالمقاومة المحيطية (Peripheral Resistance) .

ضغط الدم = الطرح القلبي x المقاومة المحيطية .

ان العوامل المؤثرة على الطرح القلبي ستفصل في موضع اخر من الكتاب ، ولكنه في حالة الراحة فان الطرح القلبي يكاد يكون ثابتا ، ولذلك فان ضغط الدم عندئذ سيتعين بصورة رئيسة بواسطة المقاومة المحيطية . وتقع المقاومة لجريان الدم اساسا في الشرايين الصغيرة المسماة بالشريينات . وهي الاوعية ذات القطر الصغير والتي تعطي اكبر مقاومة لجريان الدم .

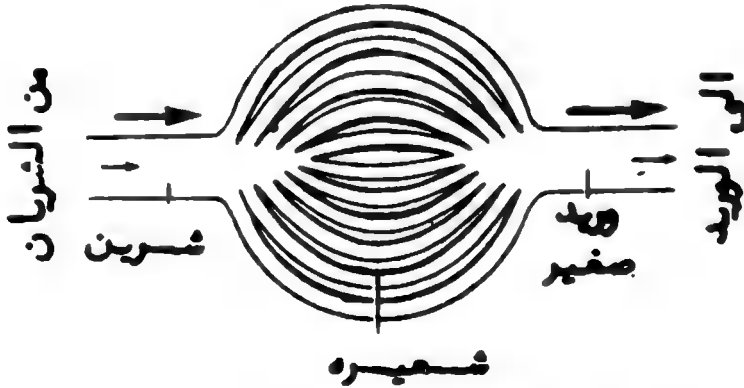
١

المقاومة تتناسب الى _____
القطر {

ان الشعريات الدموية هي اصغر قطرا من الشريينات ، ولكنه على الرغم من ان كل شعرية دموية تعطي مقاومة اعلى من الشرين ، الا ان هنالك عددا من الشعريات المتوازية المجهزة بشرين واحد (شكل ٣٠) . ولذا فان ذلك يؤدي الى وجود مسالك كثيرة للدم كي يجري خلالها من الشرين الى الاوردة . ولذلك فان الشبكة الشعرية لا تعطي مقاومة تذكر لجريان الدم كما يعطيها الشرين المجهز لها .

كثافة الدم (Viscosity of Blood) :

ان المقاومة المعطاة من قبل شرين ذو قياس معين يعتمد على كثافة الدم . فالدم هو سائل لزج كثيف مقاومته تبلغ ضعفا الى ثلاثة اضعاف مقاومة الماء او المحلول المحلى (Saline) . ان جزءا من كثافة الدم



شكل ٣٠- يجهز الشرين عددا كبيرا من الشعريات . وعلى الرغم من ان قطر كل شعرية هو اصغر من قطر الشرين ، فان الشرين يعطي مقاومة لجريان الدم اعلى من المقاومة التي تعطيها شبكة الشعريات .

يعتمد على البلازما اما الجزء الاخر فيعتمد على عدد الكريات الحمراء الموجودة .

وكثافة الدم بصورة عامة ثابتة ولكنها تقل اذا ما اعطى للشخص كميات كبيرة من المحلول الملحي . اما معوضات البلازما كالدكسترين مثلا فانها سوائل لزجة ان انخفاض عدد الكريات الحمراء في الدم (فقر الدم) له تأثير قليل على كثافته ، ولكنها اذا ما زادت هذه الكريات (كما في حالة مرض زيادة الكريات الحمراء) ، فانها ستسبب زيادة في كثافته وعليه فان انخفاض كثافة الدم يصاحبه انخفاض في ضغط الدم ، وازدياد كثافته يصاحبه ارتفاع في ضغط الدم .

السيطرة المركزية للاوعية الدموية

Central Control of Blood Vessels

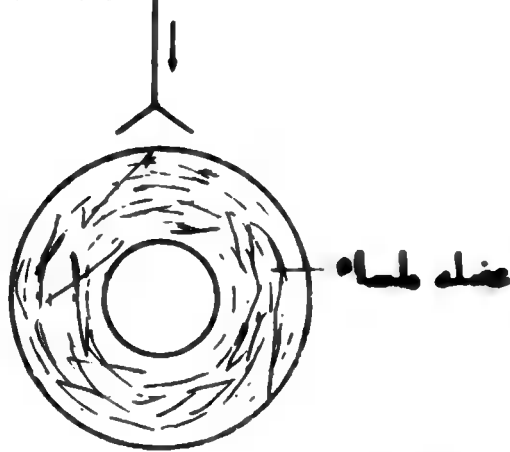
تحتوي الشريينات على عضلات ملساء في غلافها الخارجي مرتبة بشكل دائري حول الاوعية الدموية ويصغر الوعاء الدموي عند تقلص هذه العضلات (شكل ٣١) وتكون الشريينات في حالة توسع ان لم تكن مجهزة بمصعب من الجهاز العصبي الودي (Sympathetic Nervous System) والذي يؤثر فيها مسببا تضيقها نتيجة تقلص عضلاتها الملساء وهذه الفعالية الودية او التوتر الودي (Sympathetic Tone) كما يطلق عليها تنشأ من مجموعة من الخلايا في النخاع (Medulla) يطبق عليهما مركز المحرك الوعائي (Vasomotor Centre) .

وتشترك ثلاث عصبات (Neurones) في نقل المعلومات من مركز المحرك الوعائي الى الشريان (شكل ٣٢) فيتجه الاول من النخاع الى الاسفل عن طريق الحبل الشوكي في الاعمدة الجانبية للمادة البيضاء الى خلايا القرن الجانبي للمادة السنجابية الموجودة في الشدافات الصدرية والقطنية العليا .

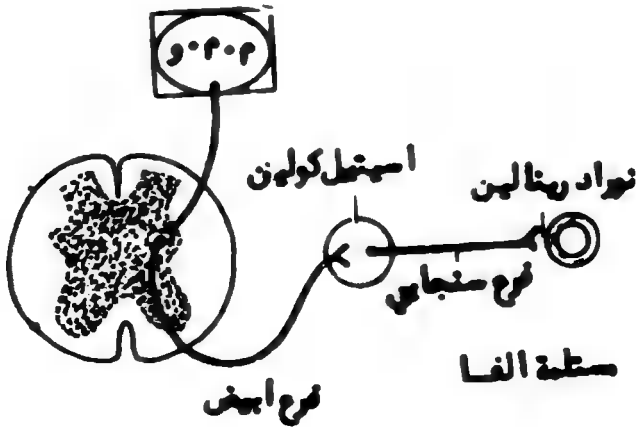
وتترك ليفة العصب الثانية قبل العقدة (Preganglionic Fibre) الحبل الشوكي عن طريق جذور العصب الامامي مكونة الفرع الابيض نحو الجذع الودي ، حيث تشبك هنا مع العصب الثالثة او الليفة بعد العقدة (Postganglionic Fibre) (الفرع السنجابي) والتي تذهب الى الوعاء الدموي .

ان الناقل الكيميائي في نهاية ما بعد العقدة هو النورادرينالين (Noradrenaline) وينتظ مركز المحرك الوعائي الشريينات في حالة

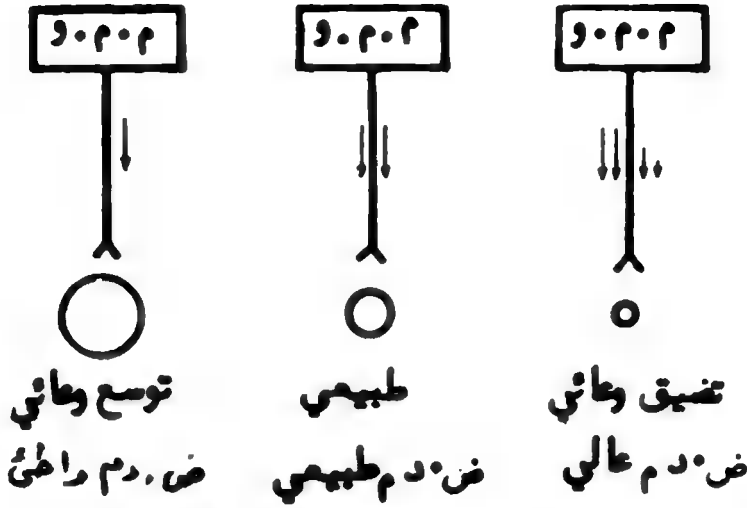
تضيق وعائي جزئي . فاذا ما ازدادت فعالية مركز المحرك الوعائي تصبح الشريينات عندئذ ضيقة اي تحصل زيادة في تضيق الاوعية
واذا ما قلت فعالية مركز المحرك الوعائي فان الاوعية الدموية ستعود لحالتها الاصلية في التوسع . وتسمى هذه الحالة بتوسع الاوعية .
وفي الاحوال الطبيعية فان زيادة فعالية مركز المحرك الوعائي والتي



شكل - ٢١ - تحتوي الاوعية الدموية على عضلات ملساء في جدرانها . وتتقلص هذه العضلات عندما تصل الى الاوعية الدموية نبضات عن طريق الجهاز العصبي الودي فتقلل من سعة تجويفها . وهذه الحالة تسمى بالتضيق الوعائي .



شكل - ٢٢ - مسلك العصب من مركز المحرك الوعائي (٥٠٠م) الى الاوعية الدموية .



شكل - ٣٣ - تعتمد سعة الاوعية الدموية على الفعالية الودية المسيطر عليها بواسطة مركز الحركة الوعائي (٩٠.٠٢) .

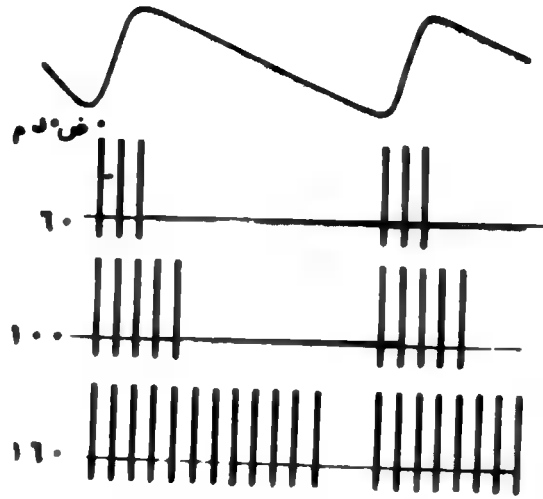
تسبب تضيق الاوعية ستحدث زيادة في ضغط الدم . بينما قلة فعالية مركز الحركة الوعائي تؤدي الى توسع الاوعية وبالتالي انخفاض ضغط الدم (شكل ٣٣) .

المستقبلات الضغطية (Baroreceptors) :

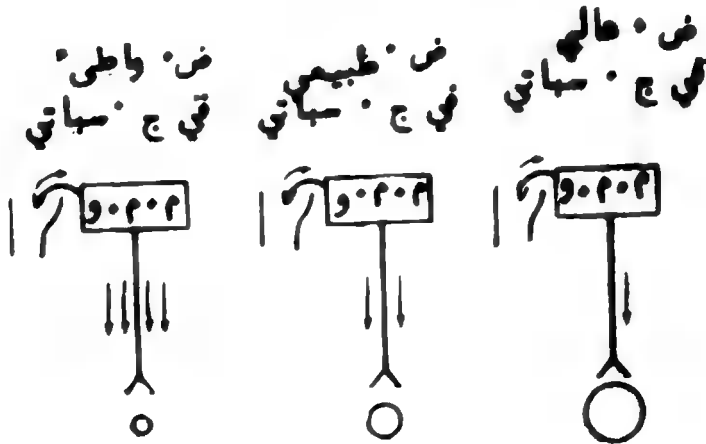
تحفظ المستقبلات الضغطية ضغط الدم في مستوى ثابت وهي مستلمات حسية توجد في جدران الاوعية الدموية في منطقة الجيب السباتي في الجذع المضطدي الراسي (Barocephalic Trunk) وقوس الابهر (Aortic Arch) (شكل ٣٤) . وهذه المستلمات حساسة لضغط الدم ، وترسل المعلومات الخاصة بضغط الدم الى مركز الحركة الوعائي بشكل نبضات عصبية خاصة .

ان (شكل ٣٥) يرينا فعالية العصب المار خلال عصب مستقبلية ضغطية نمطية في ثلاث مستويات من ضغط الدم . حيث نرى تموج الفعالية خلال الدورة القلبية ، وذلك لان ضغط الدم يختلف اثناء الدورة القلبية ، هذا وترداد فعالية العصب ايضا بازدياد ضغط الدم .

ان فعالية المستقبلية الضغطية تعمل ككايح لفعالية مركز الحركة الوعائي . حيث ان فعالية عصب المستقبلية الضغطية تثبط مركز الحركة الوعائي . ولذا فكلما ازدادت فعالية المستقبلية الضغطية ، كلما قل التوتر الودي الى الشريينات وتكون الاوعية عندئذ على اوسعها (شكل ٣٦) .



شكل ٢٥- فعالية مثالية لمصبة مستقبلية صغفية في متوسط ثلاث
صغوت دموية . ويلاحظ بان فعالية المستقبلية الصغفية
تحدث خلال الانقباض وفي بداية الانبساط وان هناك فترة
في نهاية الانبساط . والمخطط الاعلى هو للتموجات في
ضغط الدم .



شكل ٢٦- ان فعالية المستقبلات الصغفية تثبط توتر التقلص الوعائي
الودي للاوعية الدموية . وهي تميل للتقليل من اي تغيير
في الضغط . ويطلق على اعصاب المستقبلات الصغفية
«بالاعصاب الدائرة» .

١ - تثبط مركز المحرك الوعائي وتسبب توسع الاوعية وهي ايضا تعمل على :

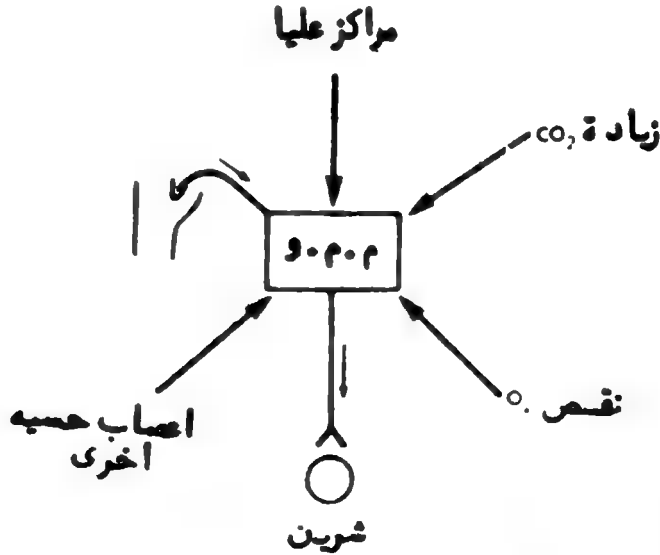
- ب - المركز القلبي في النخاع وتقلل من سرعة القلب .
- ج - المركز التنفسي وتقلل من التنفس .

العوامل الاخرى المؤثرة على مركز المحرك الوعائي :

اضافة الى المستقبلات الضغطية ، فهناك عوامل اخرى تحور في فعالية مركز المحرك الوعائي وبتغييرها للفعالية الودية الى الشريينات ، فانها بذلك تؤثر في ضغط الدم (شكل ٣٧)

وفي الشخص الواعي فان اهم عامل اضافي هو المراكز العليا . ونعني بذلك الاجراء العليا من الجهاز العصبي المركزي وتشمل مناطق قشرة المخ حيث يظن ان الوعي يحدث فيها . ان الاثارات الانفعالية والكرب يصاحبها تنبيه لمركز المحرك الوعائي من المراكز العليا والتي تسبب زيادة في التنضيق الوعائي ، وزيادة في المقاومة المحيطة ومن ثم زيادة في ضغط الدم . ولذا فان ضغط الدم المسجل تحت كرب الفحص السريري قد يكون اعلى مما لو لم يكن هنالك اي كرب .

ومن ناحية اخرى فان هناك بعض الحالات التي تقلل فيها المراكز العليا من فعالية مركز المحرك الوعائي ، وبذا يحدث توسع في الاوعية وتقل المقاومة المحيطة وكذلك ضغط الدم واذا ما هبط ضغط الدم الى



شكل ٣٧ - العوامل الرئيسة المؤثرة في فعالية مركز المحرك الوعائي (و.م.م) .

مستوى واطئ ، فان الشخص عندئذ سيفمى عليه وهذا ما يحدث عندما يفمى على الشخص عند رؤية الدم ، او عندما يفمى على الممرضة عند اول دخولها لصالة العمليات وسبب ذلك يعود الى انخفاض توتر مضيق الاوعية الى الشريينات وكذلك الى انخفاض توتر مضيق الاوعية الى الوريدة كما سنرى ذلك فيما بعد .

ان كمية كافية من ثاني اوكسيد الكربون يجب ادامتها في الدم كي تمكن مركز المحرك الوعائي من العمل بدقة وان فرط التنفس يكون مؤذيا ، حيث يؤدي الى طرد ثاني اوكسيد الكربون من الدم ، واحد تاثيراته هو هبوط الضغط بسبب قلة فعالية مركز المحرك الوعائي .

ونقص الاوكسجين من ناحية اخرى ينبه مركز المحرك الوعائي بصورة مباشرة وعن طريق المتقبلات الكيماوية (Chemoreceptors) . وفي المراحل الاولى من نقص الاوكسجين (الاوكسية (Anoxia) فان ضغط الدم يزداد ويسبب زيادة فعالية مركز المحرك الوعائي . وتنبه المتقبلات الكيماوية مركز المحرك الوعائي بعد حدوث نزيف دموي .

وهناك اعصاب اخرى عديدة في الجسم تؤثر في فعالية مركز المحرك الوعائي . وبصورة عامة فان الما معتدلا سينبه مركز المحرك الوعائي مسببا زيادة في ضغط الدم بينما الالم الحاد قد يشبط مركز المحرك الوعائي مؤذيا للاغماء .

السيطرة الموضعية على الاوعية الدموية

ان جريان الدم الى اعضاء الجسم يتناسب مع حاجتها له . وهناك سيطرة الية تمكن من زيادة جريان الدم عند الحاجة

جريان الدم في العضلات :

تحتاج العضلات الى زيادة في جريان الدم اثناء التمارين . ويتم هذا بتوسع الاوعية للشريينات بسبب انتاج المبيضات (Metabolites) والمبيضات هذه فضلات انتجت بواسطة ايض العضلات وتتكون من ثاني اوكسيد الكربون وايونات البوتاسيوم ومواد اخرى

وتعمل هذه على الشريينات فتبطل توتر مضيق الاوعية الودي مما تؤدي الى توسع هذه الشريينات .

فرط الدم الارتكاسي (Reactive Hyperaemia) :

اذا ما قطع الدم عن الذراع بنفخ كفة جهاز قياس ضغط الدم الى ما فوق ضغط الدم الانتقاضي (٢٠٠ ملم زئبق) لمدة خمسة دقائق ، فان

المثبطات ستتجمع في الذراع وعند اعادة دوران الدم فسيمكن رؤية فعلها في توسع الاوعية . اذ يصبح الجلد حارا ومتوردا . وتظهر قياسات جريان الدم في العضلة والجلد زيادة ملحوظة فيه .

الآلم الداوي (Ischaemic Pain) :

عند عدم وجود دم كاف للتخلص من المثبطات في الفعاليات العضلية، فان ذلك سيؤدي الى الآلم الداوي ويمكن احداث مثل هذا الآلم برفع اليد فوق الرأس ثم بسط قبضة اليد وضغطها بسرعة . وبسبب ارتفاع الذراع فوق مستوى القلب ، فان جريان الدم اليها لن يكون كافيا مما يسبب حدوث الآلم بعد فترة قصيرة . وللمقارنة فان نفس العملية تجري على الذراع الاخرى وهي في وضعها الطبيعي حيث لن يحدث اي آلم كالذي حدث في الاخرى .

المرج المتقطع (Intermittent Claudication) :

ان التنب الذي يظهر في عضلات الساق اثناء المشي هو بسبب ذوى هذه العضلات ويطلق عليه بالمرج المتقطع .

ولا تحدث هذه الحالة اثناء الراحة ، ولكنها تظهر بعد مشي مسافة معينة ، وتختفي بعد دقائق من التوقف عن المشي .

ان هذا التجمع للمثبطات يكون بسبب تضيق او انسداد الشريانين الفخذي (Femoral) والماضي (Popliteal) . وفي الحالات الشديدة فانه قد يختفي النبض الماضي والظنبوبي الخلفي (Posterior tibial) او نبض ظهر القدم (Dorsalis pedis) (الاشكال ٤٤، ٤٥) وتجري عملية ترقيع شرياني لاعادة استمرارية دم الوعاء .

جريان الدم في العضلة القلبية (Heart muscle blood flow) :

يحتاج القلب الى كمية زائدة من الدم عندما يكون هنالك طرحا قلبيا كبيرا ، كما في التمارين . ويتم هذا بتوسع الاوعية الاكليلية (Coronary vessels) .

وتتوسع هذه الشرايين الاكليلية عندما يحدث نقص في اوكسجين العضلة القلبية المجاورة . ولذا فللقلب آلية موضعية لتنظيم تجهيز دمه . واذا لم تستلم خلايا العضلة القلبية كمية كافية من الاوكسجين لسد احتياجها . فان الاوعية الاكليلية تتوسع وذلك مما تزيد من تجهيز الدم للعضلة القلبية .

الدبحة الصدرية (Angina Pectoris) :

ان الالم المصاحب لدوي العضلة القلبية (Myocardial Ischaemic) يكون بسبب انسداد جزئي للاوعية الدموية الاكليلية ويسمى بالدبحة الصدرية . وهو يحدث عند الحركة او التعرير . ولن يكون الالم محصورا في القلب وحده بل انه الم رجيع (Referred Pain) يأخذ شكل تضيق محكم حول الصدر وقد يمتد اسفلا داخل الذراع .

ان النايترات (Nitrites) وبعض النايترات (Nitrates) توسع الاوعية الدموية الاكليلية . فمثلا ان اقراص تراينايترات الكليريل (Glyceryl Trinitrate) والتي توضع تحت اللسان لتدوب ببطيء ، او تبتلع على شكل كبسولات بطيئة التحرير ، تستعمل للتفريج من الهجمات الحادة لدوي العضلة القلبية . وتؤخذ ايضا احتياطا لهجمة الدبحة الصدرية قبل المشي (ان هذه المركبات مع الاسف تسبب ايضا توسع الاوعية الدموية الدماغية مما قد تؤدي الى الم الرأس بسبب النايترات) .

وعند انسداد الاوعية الدموية الاكليلية تماما (خثار الاكليلي) فان الالم عند ذلك يبقى عند الراحة .

جريان الدم في الغدة اللعابية (Salivary gland Blood flow) :

ان الغدد اللعابية تعطي نموذجا لعضو يزيد من تجهيز دمه بواسطة الفعالية العصبية . وللغدد اللعابية عصب لاودي (Parasympathetic) موسع للاوعية حيث يزيد من تجهيز الدم للغدد عند زيادة افراز اللعاب . وهذا مهم حيث ان اللعاب يتكون من الدم .

جريان الدم في الجلد (Skin Blood Flow) :

ان الجلد هو العضو الوحيد في الجسم والذي ليس لتجهيزه بالدم علاقة بالحاجات الابضية وينظم الجسم تجهيز الجلد بالدم لتنظيم درجة الحرارة ككل . فعندما يكون الجسم حارا جدا تتوسع الاوعية الدموية للجلد ، اذ ان الدم يرسل الى الجلد للتخلص من الحرارة الزائدة . واذا ماكان الجسم باردا جدا تضيق الاوعية الدموية . ويظل الدم بعيدا عن الجلد كي يحفظ الحرارة ، ويحافظ عليها في الجسم . ان جزءا من هذا التغير في جريان الدم في الجلد يكون بتاثير الحرارة المباشر على اوعية الجلد الدموية (فالحرارة توسع الاوعية الدموية والبرودة تضيقها) . والجزء الاخر يكون بتاثير مركز تنظيم درجة الحرارة الواقع تحت المهاد (Hypothalamus) والذي يغير التوتر الودي في اوعية الجلد الدموية فيقل التوتر الودي

اثناء الحرارة وتتوسع عنده الاوعية الدموية . اما عند البرودة فان التوتر الودي يزداد وتتقلص الاوعية الدموية . وان اوعية الجلد الدموية حساسة ايضا للمنبهات الالية والكيميائية واستجابتها لها تسمى تفاعلات الجلد .

تفاعلات الجلد

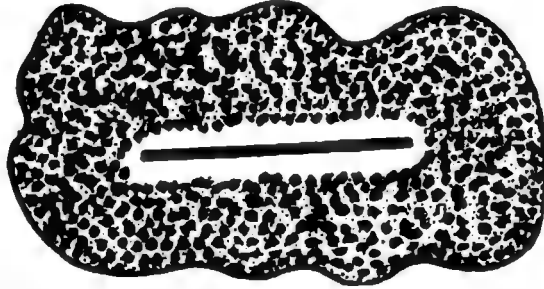
SKIN REACTIONS

الخط الابيض (White Line) :

اذا ماخط بالنهاية غير الحادة من دبوس عبر الجلد ، فانه بعد فترة مقدارها حوالي ١٥ ثانية ، يظهر خط ابيض فوق منطقة الخط . ويعود السبب في هذا الى تضيق الشعريات الدموية وخروج الدم منها نتيجة الضغط عليها .

الاستجابة الثلاثية (Triple Response) :

واذا ما استعملت النهاية الحادة من الدبوس فانه بدلا من الخط الابيض يظهر خط احمر . وبهذا الضغط الاقوى تتوسع الشعريات الدموية ، وهذا التوسع هو الذي يظهر الخط الاحمر (شكل ٣٨) .



شكل ٣٨- الاستجابة الثلاثية . ان الخط الاحمر والجبار معاطان بالوهج .

ويحيط بالخط الاحمر وهج احمر وسببه توسع الشريينات . ويحدث التوسع في الشريينات فقط اذا كانت الاعصاب الحسية سليمة وذلك بسبب المنعكسات المحورية (Axon Reflexes) .
فالاغصاب الحسية من الجلد والتي تدخله عن طريق جذور العصب الخلفي للحبل الشوكي ، ترسل تشعبات الى الاوعية الدموية على مقربة من المستلمات الحسية (شكل ٣٩) وترسل المستلمات الحسية في الجلد نبضات عصبية لا الى الحبل الشوكي فقط ولكن لحواليها ايضا عن طريق

منعكس محورة الى الشريانات وهذه هي النبضات التي تسبب توسع الشريانات ومنطقة الوهج توزيع شرياني وتظهر حدا غير منتظم

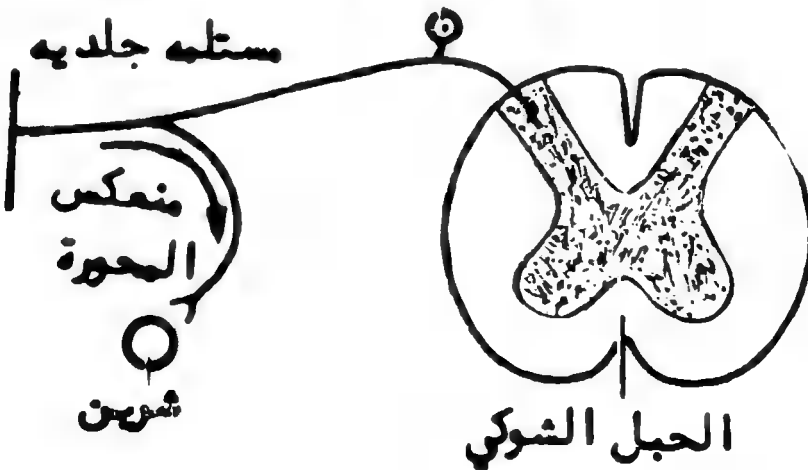
وترتفع المنطقة ايضا بسبب زيادة انتاج السائل النسيجي كنتيجة لزيادة نفوذية الشعريات ويطلق على المنطقة المرتفعة بالجبار (Wheal) ان الحوادث الثلاثة التي تحصل وهي الخط الاجمر ، الوهج والجبار يطلق عليها اسم الاستجابة الثلاثية

ويحدث الجلد نفس الاستجابة الثلاثية كيفما كان مقدار اذاه فالخدش بالدبوس او الاحماض او القلويات او الحرارة او البرودة او التيار الكهربائي كلها تسبب نفس الاستجابة . ويعتقد بأن كل هذه العوامل تسبب ضررا للجلد ، حيث يصاحبه تحرر مادة الهستامين وان حقن الهستامين نفسه يسبب استجابة ثلاثية مثالية

ويتحرر الهستامين ايضا في الجلد كنتيجة لتفاعل مستضد الضد . ولذا فعندما يصبح الشخص ارجيا (Allergic) لنوع من الطعام كالتوت البري او سرطان البحر ، فان بروتين هذا الطعام سيعمسل كمستضد ويعمل الجسم مادة الضد والتي تحطم هذا المستضد . ان تفاعل مستضد الضد يحرق الهستامين ، وتحرير هذا الهستامين هو الذي ينتج طفح الجلد المصاحب لهذه الارجيات والهستامين المحرر يسبب ايضا الشنج القصبي (Bronchospasm)

ان العقاقير ضد الهستامين مواد لها خاصية معاكسة لفعل الهستامين ولذلك فانها ستقلل من الاستجابة الثلاثية

عقدة شوكة



شكل - ٣٩ - منعكسات المحورة .

توسع الاوعية المفرط المؤدي لهبوط ضغط الدم :

تلفى الاليات الموضعية التوتر التضيقى فتسمح بذلك للاوعية بالتوسع . ولأجل المحافظة على نفس مستوى ضغط الدم فان تضيق الاوعية يحدث في الاجزاء التي لا زالت تحت تأثير مركز المحرك الوعائى . واذا لم يكن التضيق ممكنا ، فان ضغط الدم عند ذلك يهبط ويغمر على الشخص . وفي الحالات الشديدة قد يتوقف الدوران كليا . وكمثال على ذلك حدوث الاغماء عند القيام بالتمارين في جو حارا جدا او من صدمة تافى (Anaphylactic Shock) المصحوبة بتحرر الهستامين بكمية مفرطة .

هرمونات لب الكظر (Adrenal Medulla Hormones)

تحرر لب الكظر خليط من الادرينالين والنورادرينالين (كاتيكولامين) كهورمونات وللنورادرينالين فعل عام في تضيق الاوعية ، بينما يضيق الادرينالين اوعية الجلد الدموية ولكنه يوسع عضلات الاوعية الدموية وكلاهما يزيد من قوة تقلص القلب

الانكيوتنسين (Angiotensin)

الانكيوتنسين مادة بيتايدية صغيرة (٩ احماض امينية) تتكون عندما يحرق الرينين (Renin) بواسطة الكليتين

انكيوتنسينوجين + رينين ← انكيوتنسين
(بروتين بلازمي)

ان الانكيوتنسين يدور في الدم مسببا التضيق الوعائى

خلاصة للعوامل المؤثرة على سعة الشريان :

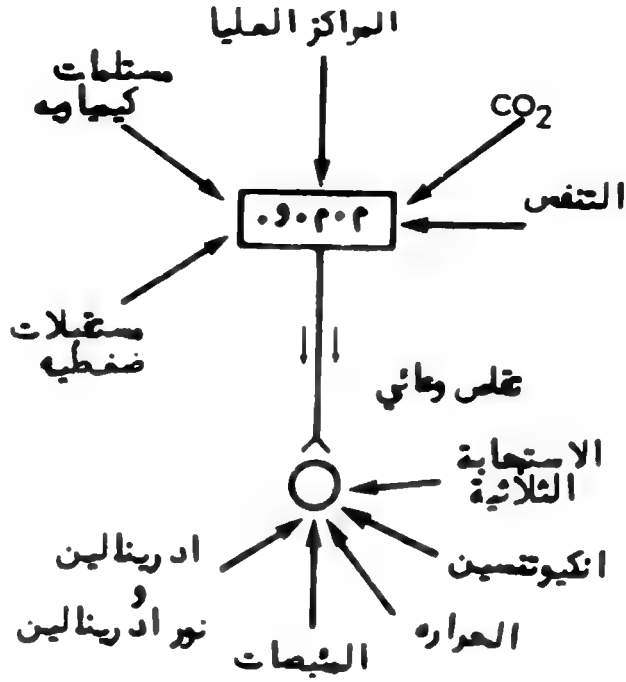
ان العوامل الاساسية والتي تعين سعة شريان ما ملخصة في (شكل ٤٠) .

النبض

PULSE

ان الاشكال (٤١-٤٥) تبين اماكن الجسم التي يمكن فيها جس النبضات الشريانية بسرعة وغالبا ما يمكن رؤيتها

وعند استعمال النبض لتعيين سرعة القلب ، فان الهدف من ذلك هو تعيين الدورة القلبية الكاملة في دقيقة واحدة ولذا فيجب ان يبدأ



شكل -٤٠- العوامل المؤثرة في سعة شريان .

التوقيت مع اول نبضة . وهذه النبضة الاولى يجب عدّها صفرا والنبضة التالية لها عدّها واحدا ثم اثنين وهكذا

ففي المسطرة او شريط المقياس المستعمل لقياس المسافة ، فان التدرج فيها يبدأ بالصفر وليس بالواحد وان نفس هذا الاعتبار يطبق في تعداد سرعة القلب .

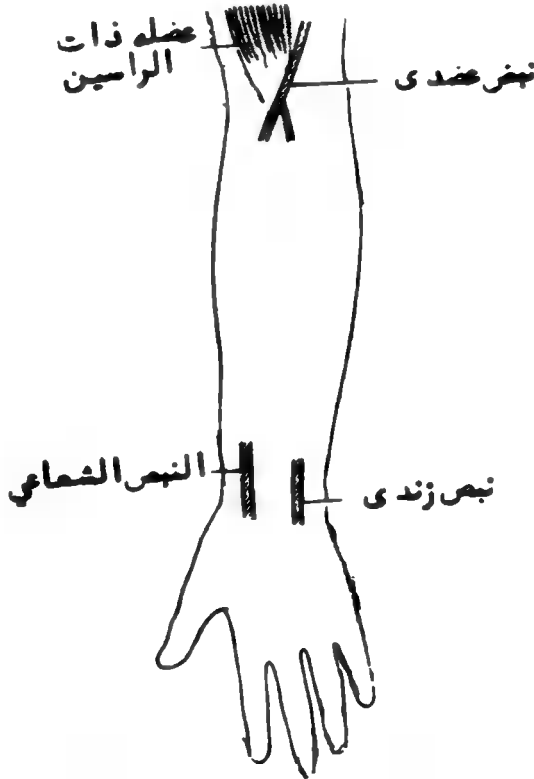
ان النبض الكمبري (Radial Pulse) غالبا ما يستخدم لتميين سرعة القلب . ومن المهم ان نتذكر بان التغيرات في ضغط الدم في الشريان الكمبري ، هي التي يشعر بها عند اخذ النبض . فالارتفاع السريع في الضغط من ٨٠ ملم زئبق الى ١٢٠ زئبق عند الانقباض ينتقل بسرعة خلال الشجرة الشريانية بسرعة تقرب من ستة امتار في الثانية وان

الزمن اللازم لوصول هذا التغير في الضغط الى الرسغ — من الثانية ١٠

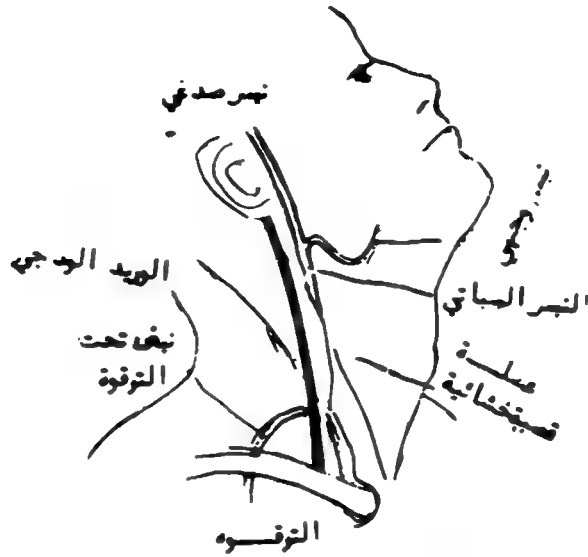
ويجب الحرص في التمييز بين ضغط الدم وجريان الدم . فالدم

المضغ من القلب في كل ضربة يجري ببطء أكثر ويحتاج لعدة ثواني قبل حدوث عدة ضربات قلبية بعدها

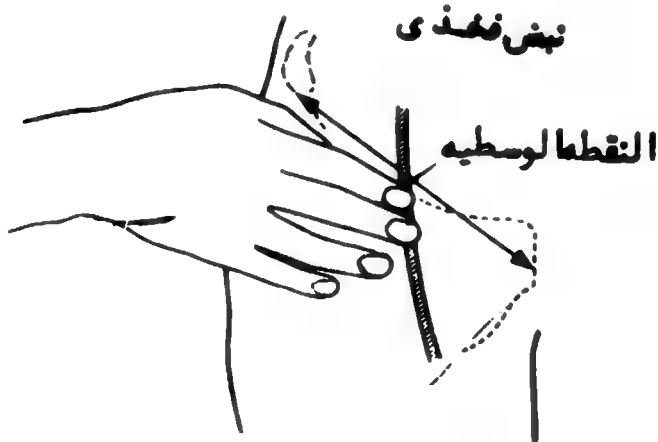
وعلى الرغم من أن وجود النبض يؤكد كون قنوات الاوعية الدموية الرئيسية مفتوحة بين القلب وموضع اخذ النبض ، فإن عدم وجود النبض لا يعني مطلقا عدم جريان الدم في الشريان اذ ان تموج ضغط الدم في الشريان بين الضغط الانقباضي (١٢٠ ملم زئبق) والضغط الانبساطي (٨٠ ملم زئبق) ، هو الذي يسبب حدوث النبض . فان لم يكن هنالك فرق في الضغط لسبب ما ، وان الضغط هو متوسط الضغط الذي يبلغ ١٠٠ ملم زئبق ، فان جريان الدم لازال مناسباً ولكنه لا يوجد اي نبض .



شكل -٤١- النبض القابل للجس في الساعد . لتعيين سرعة النبض فان العد يبدأ من الصفر وليس من الواحد.

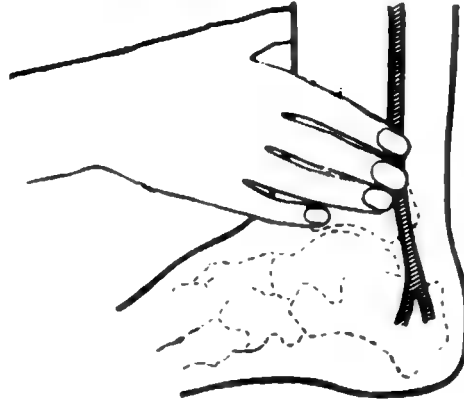


شكل -٤٢- النبض في منطقة الراس والرقبة . ان النبض الوريدي في الوريد الودجي الخارجي يمكن رؤيته فقط عندما يكون الشخص راقدًا . ولا يمكن جس هذا النبض .



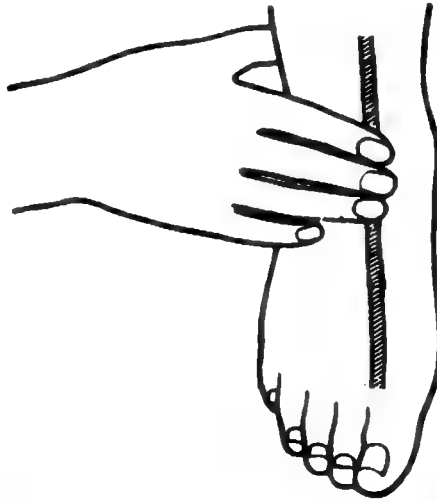
شكل -٤٣- النبض الفخذي . ويوجد هذا في الوسط بين الشوكة الحرقفية العلوية الامامية والارتفاق العاني .

نبض ظنبوبي
خلفي



شكل -٤٤- النبض الظنبوبي الخلفي . ويوجد هذا خلف الكعب الانسي .

نبض ظهر
القدم



شكل -٤٥- نبض ظهر القدم . ويكون هذا في الوسط بين الكعبين .

ان وجود المقاومة لجريان الدم قريبا من نقطة القياس هي التي تسبب زوال فرق الضغط بين الانقباض والانبساط ولذا فان وجود المقاومة الشريانية تزيل تموجات الضغط من الشعريات ، وكذلك فان

وجود انسداد في الشجرة الشريانية يبعد او يحون النبض وفي حالة الانسداد الكاملة فان الدم سيجري في قنوات مفاغرة (Anastomotic Channels)

وعند الرقود فان نبض الوريد الودجي (Jugular) يمكن عادة رؤيته على جانب الرقبة (شكل ٤٢) وذلك لقلة تضمرات الضغط المنتقلة من الاذين الايمن حيث يظهر ثلاث حدود عظمى (أ ، ب ، د) في كل دورة قلبية. وهذا الضغط الوريدي ضعيف جدا لا يمكن حسه .

تضييق الابهر (Coarctation of the Aorta) :

ان وجود انسداد في الابهر في موضع القناة الشريانية (Ductus Arteriosus) يطلق عليه اسم تضييق الابهر . ويصل الدم الى الاطراف السفلى عن طريق تفاغر . والنبض في الشرايين الواسعة بين الاضلاع يمكن الحس بها احيانا كما هو عند وضع اليد تحت ظهر المريض لرفعه .

وقد يكون النبض في الاطراف السفلى ضعيفا او معدوما وان ضغط الشريان الفخذي يكون اقل من ضغط الشريان العضدي .

قياس ضغط الدم

MEASUREMENT OF BLOOD PRESSURE

ان الطريقة العادية المتبعة في قياس ضغط دم المريض هي استخدام للطريقة التي طورها كوروتكوف (Korotkov) عام ١٩٠٥ . اذ تلف كفة قابلة للنفخ حول اعلى الذراع بصورة مريحة وليست ضيقة بعد ترك مسافة بوصتين بين الحافة السفلى للكفة وحفرة ثنية المرفق (Cubital Fossa) . ثم تنفخ الكفة باستعمال منفاخ يدوي ويقاس الضغط باستعمال مقياس الضغط وتسمى هذه الالة بالة قياس ضغط الدم (Sphygmomanometer) .

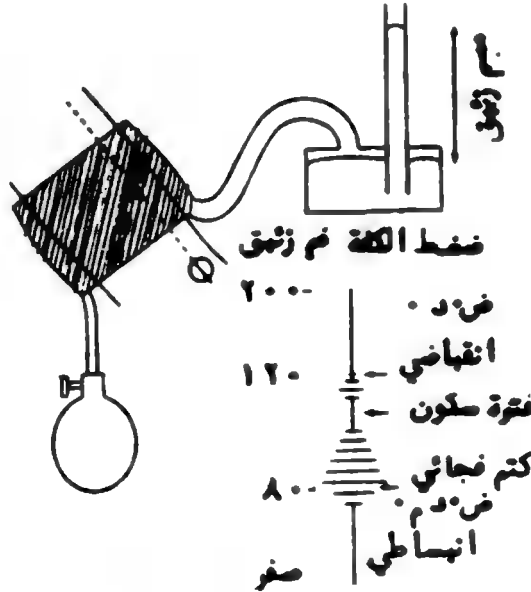
ان نبض الشريان العضدي يحس في منطقة حفرة ثنية المرفق . اذ انه يقع على الجانب الانسي من وتر العضلة ذات الراسين والنبضات الشريانية غالبا ما تشاهد اذا ما بسطت الذراع كليا

ويجب الملاحظة بانه لا يمكن استعمال السماعة لتعيين موضع الشريان العضدي ، حيث ان جريان الدم في الشريان يكون طبقيًا ولا يمكن سماع الاصوات حتى يتم نفخ الكفة

ثم يجس النبض الكعبري في الرسغ ، وبينما تكون اصابع احدى

اليدين على النبض ، فان اليد الاخرى تستعمل لنفخ الكفة الى ضغط فوق ذلك الذي يختفي فيه النبض . وهذا يضمن انتفاخ الكفة الى ما فوق اية فترة سكون ان وجدت (شكل ٤٦)

ثم توضع السماعة فوق الشريان العضدي ويبدأ بتخفيض ضغط الكفة ببطء . وحتى يمكن المحافظة على هبوط ثابت في الضغط ، خان صمام الاطلاق يجب فتحه اكثر فاكتر بينما يهبط الضغط . وبينما يستمر الضغط في الهبوط ، فانه لا تسمع اية اصوات حتى



شكل ٤٦- تسجيل ضغط الدم في الشريان العضدي باستعمال آلة قياس ضغط الدم . تنفخ الكفة الى ما فوق الضغط الانقباضي (وتعني باختفاء النبض الشرياني) . وتوضع السماعة على الشريان العضدي في المرفق . والاصوات المسموعة (اصوات كوروتكوف) ممثلة بالخطوط المستعرضة في القسم الاسفل من الشكل ويبل عرض الخط على شدة الصوت . والنقطة التي تسمع فيها اولا اصوات القرع هي ضغط الدم الانقباضي . والنقطة التي تنكم فيها فجأة هذه الاصوات هي ضغط الدم الانبساطي . ويحدث احيانا انه عند خفض ضغط الكفة ، فان اصوات القرع تختفي في حدود بين الضغط الانقباضي والضغط الانبساطي . وتعرف هذه بفترة السكون . ولا توجد فترة السكون في الحالات الطبيعية .

يصل الى مستوى الضغط الانقباضي عندها تسمع اصوات قرع في السماعه توافق سرعة القلب . ويلاحظ الضغط الذي ابتدأت فيه اولا ظهور هذه الاصوات على المقياس . وبينما يستمر الضغط في الانخفاض ، فان الاصوات تصبح اكثر علوا ولكنها تتغير فجأة في نوعيتها عند الضغط الانبساطي حيث تصبح مكتومة . وعند هبوط الضغط اكثر قليلا فانها تختفي كلية ولن تعود بعد ذلك . والنقطة التي انكمت فيها تلك الاصوات تعتبر الضغط الانبساطي

فترة السكون (Silent Interval) :

يحدث احيانا عند قياس ضغط الدم لمريض مفرط التوتر (Hypertensive) وجود فترة سكون (شكل ٤٦)، اذ بينما ينخفض الضغط من ٣٠٠ ملم زئبق فقد يبدأ قرع الاصوات مثلا عند حد ٢٢٠ ملم زئبق مظهرا ضغط دم انقباضي عال . وفي حوالي ١٨٠ ملم زئبق تختفي الاصوات وتعود ثانية في حدود ١٥٠ ملم زئبق معطية فترة سكون بين الضغطين . وعند استمرار الضغط بالهبوط فان الصوت يصبح مكتوما عند ١٠٠ ملم زئبق ويختفي عند ضغط ٨٥ ملم زئبق ولا يعود بعد ذلك ابدا . وضغط هذا المريض هو ٢٢٠ ملم زئبق في الانقباض و ١٠٠ ملم زئبق في الانبساط .

وعلى الرغم من ندرة حدوث فترة السكون نسبيا ، الا انها تكون كمصيدة لغير الحذرين حيث يقع فيها اولئك الذين اعتادوا قياس ضغط الدم برفع الضغط فقط الى ١٦٠ ملم زئبق بدلا من رفعه حتى اختفاء صوت النبض الشعاعي كما ذكرنا . اذ كما يتبين من (الشكل ٤٦) فانه قد تفقد الحدود العليا لاصوات كوروتكوف ويعتبر الضغط الانقباضي ١٥٠ ملم زئبق بدلا من مقداره الحقيقي ٢٢٠ ملم زئبق . كذلك فان الضغط الانقباضي قد يكون صحيحا ولكن الضغط الانبساطي يعتبر خطأ ١٧٥ ملم زئبق .

وعند اختفاء الاصوات تحت الضغط الانبساطي بعد فترة وجيزة ، فانه من الضروري الاستمرار في خفض الضغط للتأكد من عدم عودة الاصوات مرة اخرى . وهذا يضمن عدم كون الشخص في القسم الاعلى من حدود اصوات كوروتكوف .

وعند استعمال السماعه فان من الضروري ادخالها الى الاذنين بالطريقة الصحيحة اذ يجب ان تكون قطعتي الاذن باتجاه نحو الاسفل والى الامام عندما تنظر من فوق . ويجب الحذر من لمس الانابيب المطاطية ، حيث قد تسبب حدوث اصوات دخيلة . وبما ان اصوات كوروتكوف ضعيفة جدا ، فانه يكون من الصعب سماعها في جو صاخب . ومن المهم عدم ترك الكفة منفوخة اكثر مما هو ضروري . كذلك

يجب خفض الضغط داخل الكفة الى الصفر بعد كل قياس .

وعند اغلب الاشخاص فان ضغط الدم يتماوج في حدود ١٠ ملم زئبق بسبب التنفس ولذا فانه ليس من الضروري تسجيل الضغط بدقة الى حد ملمتر واحد (اي مثلا ١١٧/٨٢) ، الا اذا سجل طور التنفس في كل من القراءتين . وعليه فان تقريب القراءة الى اقرب ٥ ملم زئبق او حتى ١٠ ملم زئبق تكون كافية عادة .

ضغط الدم الفخذي (Femoral Blood Pressure) :

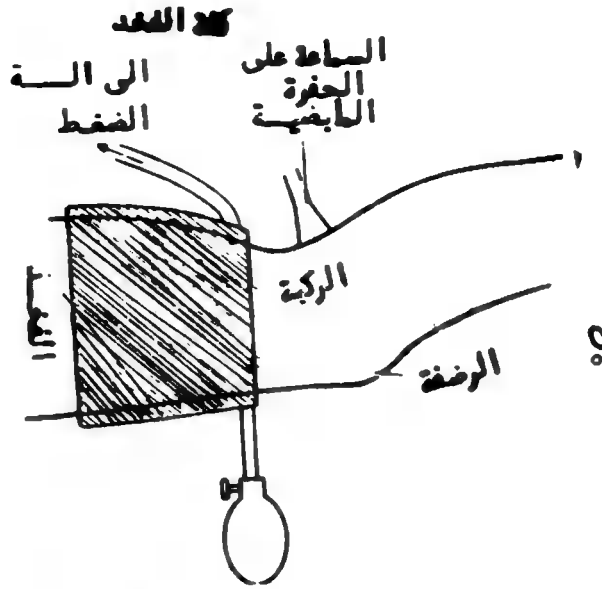
والطريقة نفسها يمكن استخدامها لتمييز ضغط الدم في الشريان الفخذي او المأضي . ولسعة محيط الفخذ ، فانه يجب استعمال كفة ضغط دم اعرض تدعى بكفة الفخذ . ويرقد الشخص ووجهه الى الاسفل وتثبت كفة الفخذ حول الفخذ (شكل ٤٧)

وبنفس الطريقة التي اتبعت في الذراع تتبع هنا لقياس ضغط الدم الفخذي . ويجس نبض الشريان الظنبوي حيث يسر خلف الكعب الانسي (بدلا من الشريان الكعبري) . وتوضع السماعة فوق مركز الحفرة الظنبوية خلف الركبة بدلا من حفرة ثنية المرفق في المرفق (شكل ٤٧) . ويقاس ضغط الدم الفخذي باستعمال اصوات كوروتكوف كما هو الحال في قياس الضغط المضدي وتبدأ هذه الاصوات عندما يخفض الضغط في الكفة الى الحد المساوي لضغط الدم الانقباضي الفخذي وتصبح مكتومة عندما تصل الى الضغط الانبساطي

تسجيل ضغط الدم في مريض عديم النبض :

اذا كان المريض عديم النبض فلا تسمع عندئذ اصوات كوروتكوف . ولذا ففي هذه الحالة تستعمل الطريقة التالية لقياس ضغط الدم . ترفع الذراع الى الاعلى لافراغ الاوردة والشعريات من الدم ومن ثم يرفع الضغط في الكفة بسرعة الى ٢٠٠ ملم زئبق او اعلى بقليل لوقف جريان الدم وتخفيض بعد ذلك الذراع حيث تكون انذاك شاحبة اللون .

يخفض ضغط الكفة بمراحل كل ١٠ ملم زئبق . منتظرين بعد كل تخفيض في الضغط تغير اللون حيث يبين عودة الدم للذراع ويلاحظ ضغط الكفة عند حدوث تغير اللون وانتفاخ الاوردة في ظهر اليدين بنفس الوقت . ان هذا الضغط هو تماما تحت ضغط الدم الانقباضي ، او اذا لم يكن هنالك نبض وان ضغط الدم الانقباضي والانبساطي متساويين ، فانه سيكون تماما تحت متوسط ضغط الدم .



شكل ٤٧- تعيين ضغط الدم الفخذي باستعمال آلة قياس الضغط .
تثبت كفة للفخذ اعرض من كفة الذراع على الفخذ على ان
يكون الشخص مستلقيا على وجهه . تنفخ الكفة الى ما
فوق الضغط الدموي الفخذي (ويمين ذلك باختفاء النبض
الظنبوبي او نبض ظهر القدم شكل ٤٨ و٤٩) . ثم توضع
السماعة على الحفرة المابضة ومن ثم يخفف الضغط في
كفة الفخذ بمهل حيث تسمع نفس اصوات كوروتكوف
كما في كفة العضد على الذراع .

ضغط الدم وجاذبية الارض :

بسبب جاذبية الارض فان ضغط الدم يزداد ١٠ ملم زئبق في كل
١٢ سم اسفل القلب . وهو ينخفض فوق القلب بنفس المقدار . ولذا فان
ضغط الدم الانقباضي سيكون ٢١٠ ملم زئبق في القدمين ولكنه سيكون ٩٠
ملم زئبق فقط في الدماغ في وضع الانتصاب . ويكون الضغطان متساويين
عند وضع الرقود (١٢٠ ملم زئبق)

ضغط الدم العالي (فرط التوتر) (Hypertension)

اذا كان ضغط الدم عاليا جدا فان الحالة تسمى بفرط التوتر
والمستوى المضبوط الذي لا يبقى معه ضغط الدم طبيعيا ويدخل في حدود
فرط التوتر كان ولا زال ماثار مناقشات ، حيث ان المهم هو جريان الدم

وليس ضغط الدم . وقد اقترح بان يكون فرط التوتر موجودا عندما يكون الضغط الدم اعلى مما كان يتوقعه الشخص المشرف على الحالة .

ان الضغط الانقباضي الطبيعي هو ١٢٠ ملم زئبق عند الراحة ، ولكنه قد يزداد الى ١٦٠ ملم زئبق او اعلى عند الاثارات الانفعالية . ويبلغ الضغط الانبساطي الطبيعي ٨٠ ملم زئبق اثناء الراحة ويرتفع ايضا ، ولكن قليلا ، اثناء الاثارات الانفعالية . ان الضغط الانبساطي فوق ١١٠ ملم زئبق في حالة الراحة هو غير طبيعي ومن المحتمل ان يكون علامة وجود فرط التوتر . وفي حالة التوتر الشديد ، فلا يوجد هناك اي شك في ذلك . وقد سجل ضغط دم انقباضي وصل لاكثر من ٣٠٠ ملم زئبق .

يحدث فرط التوتر جهدا على البطن الايسر من القلب حيث ان على هذا المخدع ضخ الدم في هذا الضغط المرتفع . وهو يؤدي حتما الى قصور القلب (Heart Failure)

ان ارتفاع ضغط الدم في فرط التوتر قد يسبب انفجار الاوعية الدموية . وان الشرايين العديسة المخططة (Lenticulostriate) في الدماغ سريعة التأثير على الاخص وانفجارها (حادث وعائي مخي) يؤدي الى نوف مخي والذي يعترض الالياف الحركية من القشرة الحركية (Motor Cortex) الى الحبل الشوكي ، وتكون النتيجة الشلل في الجانب الاخر من الجسم (الشلل النصفي) (Hemiplegia) . (ان خائرا او شنجبا في هذه الاوعية غير مصحوب بفرط التوتر ، قد يحدث امراضا مشابهة) .

ان فرط التوتر يكون نتيجة طرح قلبي عال او مقاومة محيطية عالية . وفي معظم الحالات فان الطرح القلبي يكون طبيعيا وان طرق معالجة الحالة تهدف عادة الى التقليل من المقاومة المحيطية .

ان (شكل ٤٨) يظهر المواضع الرئيسية حيث تتبع الخطوات لتخفيض ضغط الدم .

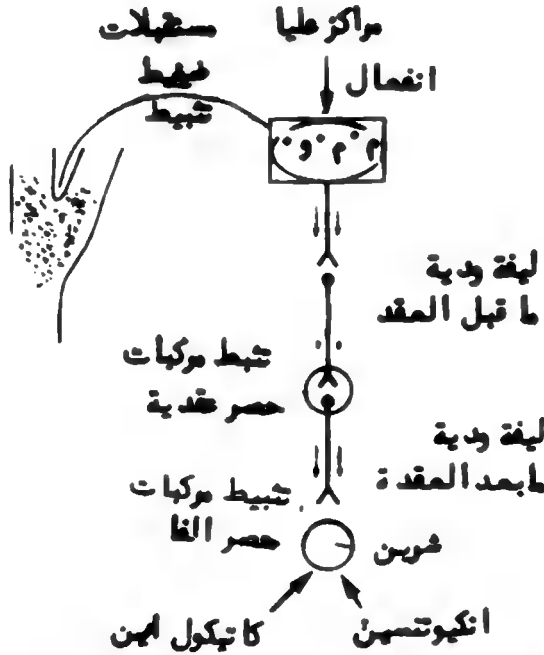
ان تاثير المراكز العليا على مركز المحرك الوعائي يمكن تقليله باستعمال المسدرات (Sedatives) والمهدئات (Tranquilizers) .

وفي حالة فرط التوتر ، فان مستقبلات الضغط تكون قد اعادت تنظيمها للمستوى الجديد . وكنتيجة لذلك فان فعالية مستقبلات الضغط تكون غير كافية لتثبيط مركز المحرك الوعائي لتحول دون ارتفاع ضغط الدم . وهذا التثبيط من الممكن زيادته بتنبية اعصاب مستقبلات الضغط كهربائيا باستعمال مسارات كهربائية مفروسة وعلى كل حال يجب ان لا تنسى بان اعصاب الجيب والاهر تحوي الياف مستقبلات

الضغط والمستلمات الكيماوية معا ، وذلك التنبيه لالياف اعصاب
المستلمات الكيماوية سيزيد من ارتفاع ضغط الدم اكثر .

تصل فعالية مركز المحرك الوعائي خلال الجهاز العصبي الودي .
ويمكن اعتراض مسالك الودي بعملية قطع الودي . وكبدل لذلك يمكن
استعمال مركبات الحصر العقدي كالهيكساميثونيوم (Hexamethonium)
لمنع انتقال نبضات العصب من الياف ما قبل العقد الودية الى الياف ما
بعد العقد الودية في العقد الودية .

يحرر النور ادرينالين كناقل كيماوي في نهايات ما بعد العقد
الودية . ولذلك يمكن استعمال الادوية التي تثبط تركيب النورادرينالين
وحصر تحرره وفعله او تسبب سرعة تحطمه في هذا الموضع .



شكل ٤٨- فرط التوتر . العوامل المؤثرة على التوتر الشرياني . ان
تخفيض المقاومة المحيطية ومن ثم تخفيض ضغط الدم ،
يمكن ان يتم بعدد من الطرق التي تثبط تحرر النورادرينالين
في النهاية الودية لما بعد العقدة .

ان سبب فرط التوتر في اغلب الحالات غير معروف (فرط التوتر
الاساسي) . واحيانا فان علاج السبب يشفي الحالة . فمثلا ان ذوي الكلية
سيحرر الرينين والتي تؤثر في بروتين البلازما مكونة الببتايد انكيوتنسين .

والانكيوتنسين هو عامل مضيق للأوعية قوى ، وإذا ما تكون بكمية كافية فسيحدث حالة فرط التوتر . فإذا رفعت الكلية المريضة ، وتركت الكلية السليمة في محلها ، فإن الضغط سيمود الى حالته الطبيعية .

ان ورم القوائم (Pheochromocytoma) لفدة لب الكظر الصماء ينتج كميات زائدة من هورمونات الادرينالين والنوراديينالين والتي تسبب فرط التوتر بتأثيرها على القلب والاوعية الدموية . لذا فان رفع الورم يزيل فرط التوتر هذا .

ان داء كوشنك (Cushing's disease) بسبب زيادة انتاج الكورتيدات من قشرة اللب يصاحبه فرط التوتر لزيادة حجم الدم .

هبوط الضغط خلال الدوران

ان الحد الاقصى لضغط الدم في الابهر هو ١٢٠ ملم زئبق ، وحده الادنى هو ٨٠ ملم زئبق ، ومقداره المتوسط هو حوالي ١٠٠ ملم زئبق . فان الدم يجري من الشرايين الى الشريينات ومن ثم خلال الشعريات الى الاوردة بسبب استمرار هبوط الضغط . ويجري الدم من منطقة عالية الضغط الى اخرى واطنة الضغط . ويكون مقدار هبوط ضغط الدم خلال جريانه في الشرايين ضئيلا ولكنه يهبط اكثر خلال جريانه في الشريينات . اذ يهبط الضغط من ١٠٠ ملم زئبق في النهاية الشريانية الى ٣٢ ملم زئبق في النهاية الشعرية للشرين .

وهناك هبوط اخر في الضغط الى ١٢ ملم زئبق اثناء جريان الدم خلال الشعريات وهبوط اخر من ١٢ ملم زئبق الى الصفر ملم زئبق اثناء عودة الدم في الاوردة .

ان الانخفاض الكبير في الضغط والذي يحدث في الشريينات هو بسبب مقاومتها للجريان . اذ لو اراد عدد كبير من الاشخاص مفادرة قاعة بسرعة من خلال باب صغير ، فسيكون هناك ضغطا عاليا في القاعة ولكن ما ان يخرج شخص من خلال المقاومة والتي هي الباب هنا ، حتى يختفسي الضغط . ولذا فان هناك ضغطا عاليا قبل المقاومة وضغطا واطنا بعدها .

وفي الدوران فان المقاومة المحيطة الرئيسة تقع في الشريينات ولذا فانه يوجد ضغط عال قبل الشريينات وضغط واطيء بعدها

ان (شكل ٤٩) يظهر هبوط الضغط في الوقت الذي يجري فيه الدم من الشرايين خلال الشريينات والشعريات الى الاوردة تماما كتيار يهبط من تل . ولذا فالدم يجري من منطقة ذات ضغط عال الى منطقة ذات ضغط واطيء .

وبسبب مطاطية الابهر والشرايين الكبيرة ، وللمقاومة التي تعطيها الشريينات ، فان الشعريات تجهز بالدم باستمرار . وان الارتداد المطاطي للشرايين يديم الجريان اثناء الانقباض عندما لا يكون هنالك دما خارجا من القلب . واذا ما قطع شريان فان الدم سيتدفق منه ، وكل دفقة ما هي الا نتيجة زيادة ضغط الدم من ٨٠ ملم زئبق الى ١٢٠ ملم زئبق في كل انقباض بطيني . ولا يتدفق الدم عند قطع شعرية بل يسيل سيللا وهذا يحدث تماما عند قطع وريد . وسبب ذلك هو ان الضغط في الشعريات والاوردة لا تتزوج مع كل ضربة قلبية

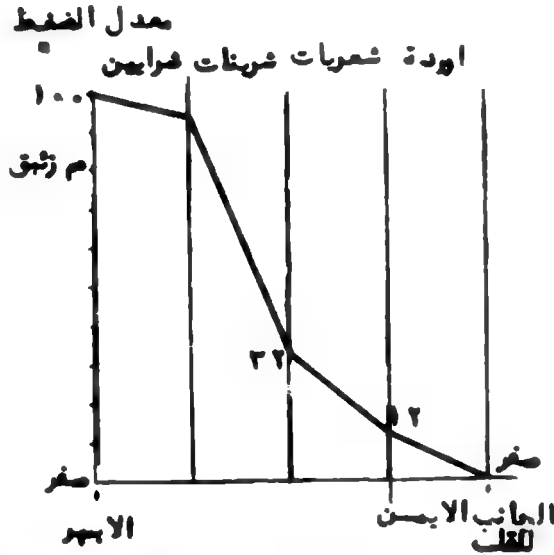
الخلاصة :

- يعين ضغط الدم من الطرح القلبي والمقاومة المحيطة .
- ضغط الدم = الطرح القلبي \times المقاومة المحيطة .
- ١ - تعتمد المقاومة المحيطة اساسا على سعة الشريينات وهي كذلك تعتمد على لزوجة الدم .
- ٢ - تكون الشريينات في تضيق وعائي توتري بواسطة مركز المحرك الوعائي (م . م . و .) في النخاع والذي يؤثر من خلال الجهاز العصبي الودي (توتر ودي) وهذا التوتر يديم المقاومة المحيطة ومن خلاله يديم ضغط الدم .
- ٣ - ان مستقبلات الضغط تخفف فعالية مركز المحرك الوعائي وتلدرا التغيرات في ضغط الدم .
- ٤ - ان المراكز العليا التي تعمل خلال مركز المحرك الوعائي ، قد ترفع ضغط الدم كما في حالة الاثارات الانفعالية ، او تخفض ضغط الدم مسببة الاغماء كما في حالة الالم الشديد والصدمة .
- ٥ - ان الاليات الموضعية تستطيع ان تؤثر في سعة الشريينات في عضو ما ، وقد تتجاوز سيطرة مركز المحرك الوعائي .

٥ - الطرح القلبي CARDIAC OUTPUT

ان كمية الدم المضخة من قبل كل بطين في دقيقة واحدة يطلق عليه بالطرح القلبي ويعتمد على ناتج عاملين هما : سرعة القلب وحجم الضربة .

الطرح القلبي = سرعة القلب \times حجم الضربة .
ويجب ان نتذكر دائما بان سرعة القلب مضروبة في حجم الضربة هو



شكل ٤٩- ان متوسط ضغط الدم يهبط اثناء جريان الدم خلال الشرايين الى الشريكات والشعريات والاوردة .

المهم في تعيين سرعة دوران الدم في الجسم ، وان الطرح القلبي لا يمكن قياسه باستعمال سرعة القلب وحدها . وكيفما كان ، اذا ما ازدادت سرعة القلب فان الطرح القلبي سيزداد بفرض عدم تغير حجم الضربة .

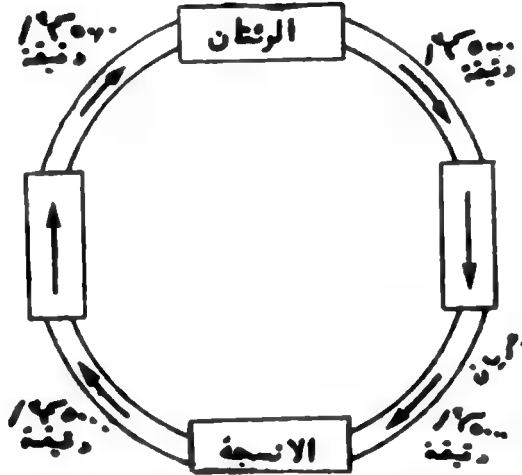
ان الطرح القلبي الطبيعي اثناء الراحة هو ٥.٥ سم^٣ بالدقيقة . وحيث اننا في مبحث الدوران ، فان هذا الطرح لن يكون فقط السرعة التي يترك بها الدم البطين الايسر ، بل هي السرعة التي يصل بها الدم من خلال الاوردة الى الجانب الايمن من القلب (شكل ٥٠) . ان ٥.٥ سم^٣ بالدقيقة ستكون سرعة الدم التي تترك بها البطين الايمن ، وسرعة جريان الدم في الرئتين وسرعة رجوع الدم الى الجانب الايسر من القلب خلال الاوردة الرئوية .

وسننظر في العوامل التي تحور في سرعة القلب وحجم الضربة

تالما .

سرعة القلب HAERT RATE

ان سرعة القلب تعين بالسرعة التي تضرب بها العقدة الجيبية الاذينية ، وكما راينا فان للعقدة الجيبية الاذينية نسقيتها الخاصة بها . والسرعة الطبيعية لضربات العقدة الجيبية الاذينية ، هي اعلى من السرعة التي نراها عادة والتي هي حوالي ٧٠ ضربة بالدقيقة ، وذلك بسبب تأثير العصب المبهم (Vagus) المفدي للقلب ، وفعاليته تعمل ككايح للسرعة التي تضرب العقدة الجيبية الاذينية . ويطلق على هذا الفصل المنشط بالتوتر المبهم (Vagal Tone) * ان كلمة التوتر هو الاسم الذي يطلق على الفعالية العصبية والتي يحافظ عليها باستمرار .



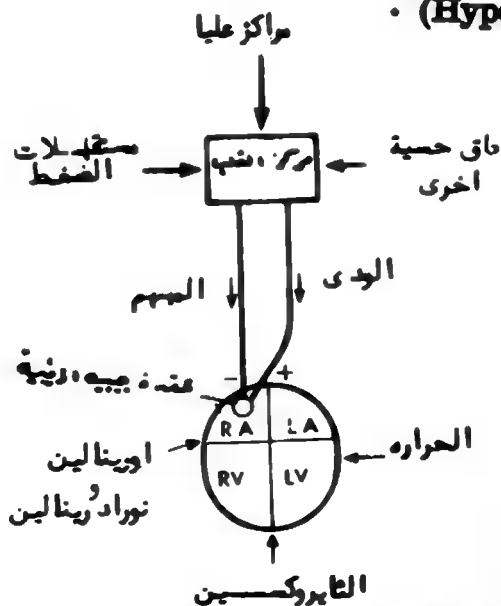
شكل - ٥٠ . ان سرعة جريان الدم ثابتة خلال الدورة الدموية . فالدم المار بالرئتين في كل دقيقة هو نفسه الذي ينفخ خارجا من كل بطين . ولذا فان الطرح القلبي = جريان الدم في الرئة .

وحيث ان المبهم يعمل ككايح لسرعة القلب ، فانه كلما ازداد توتر المبهم كلما قلت سرعة القلب ، وكلما قل توتر المبهم ، كلما ازدادت سرعة القلب . ولذا فان توتر المبهم يزداد عند النوم مسببا بطيء سرعة القلب . اما عند اليقظة فان توتر المبهم يقل ، مما يزيد من سرعة القلب .

ان المبهم (العصب القحفي العاشر) هو جزء من الجهاز العصبي اللاودي . وان تأثير المبهم على القلب يمكن حصره بواسطة مركب الحصر اللاودي الاثروبين (Atropine) ولذا فان سرعة قلب المريض ستزداد عند اعطائه هذا الدواء .

ان هذا التوتر المبهم ينشأ في مجموعة من الخلايا في النخاع تعرف بالمركز القلبي (شكل ٥١) ويكون القلب ايضا تحت تأثير الجهاز العصبي الودي والذي يؤثر في العقدة الجيبية الاذينية مسببا زيادة سرعة ضرباتها . ويؤثر الجهاز العصبي الودي كذلك على عضلة البطين مسببا زيادة قوة تقلص البطينين . وتزداد الفعالية الودية في حالات الاثارات الانفعالية واثناء التمارين . وكلتا الحالتين يصاحبهما زيادة في سرعة القلب . ان تأثير الفعالية الودية يتم بتحرير النورادرينالين في نهاية العصب، وهذه والمادة المشابهة لها الادرينالين تحرران كهورمون من غدة لب الكظر، وهورمونات هذه الغدة ستزيد من فعالية الجهاز العصبي الودي في اسرع القلب في حالات الاثارات الانفعالية .

ويحصر تأثير الجهاز العصبي الودي على القلب بادوية مثل البروبرانولول (Propranolol) والبروكتالول (Proctalol) والتي هي مركبات حصر - بيتا (Beta-Blockers) ودية . وعند استعمال هذه الادوية فان سرعة القلب لن تزداد بالاثارات الانفعالية . ان العوامل الاخرى التي تؤثر في سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية بفعل مباشر عليها تشمل درجة حرارة الجسم ، والثايروكسين الدائر من غدة الثايرويد . اذ ان اي زيادة في درجة حرارة الجسم ستزيد من سرعة القلب . فالقلب يضرب بسرعة اكثر من الطبيعي في حالة الحمى . ويضرب بسرعة اوطا عندما يبرد الجسم كما في حالة التبريد - (Hypothermia) .



شكل - ٥١ - العوامل المؤثرة في سرعة القلب .

ان زيادة فعالية غدة الثايرويد (Thyroid) تسبب زيادة هورمون الثايروكسين الدائر مما يؤدي الى زيادة سرعة ضربات العقدة الجيبية الاذينية . ولذا فان المرضى المصابين بزيادة فعالية الغدة الدرقية ستكون لهم سرعة قلبية عالية .

ان المركز القلبي في النخاع هو نفسه تحت تأثير عوامل عدة واهمها عند الشخص الواعي قد تكون من المحتمل المراكز العليا فالكرب العاطفي يزيد من سرعة القلب . وهذه تشاهد بين المتسابقين قبل بداية السباق . اذ ان سرعة القلب عندهم غالبا ما تزداد قبل اطلاق الاشارة وقبل ان يخطوا خطوة واحدة

ان زيادة سرعة القلب في اوقات الكرب الى حد ٢٠٠ ضربة في الدقيقة ، امكن اثباتها عند المرضى اثناء الفحص اليومي لهم في الردهة ، وعند الطيارين قرب هبوطهم الارض بالطائرات النفاثة في مطارات كبيرة ، وعند سواق دراجات السباق النارية عند انتظارهم لبدء السباق واثناؤه . وان ازدياد سرعة القلب عندهم يكون بتأثير المراكز العليا على المركز القلبي .

ان مستقبلات الضغط تؤثر على المركز القلبي ، وفعلها يكون بابطاء القلب عندما يرتفع ضغط الدم وسرعة القلب عندما يهبط ضغط الدم . وعليه فان سرعة القلب العالية التي تشاهد عند المريض عقب النزيف (النض سريع وضعيف) هو بسبب قلة فعالية مستقبلات الضغط وكنتيجة لذلك تزداد سرعة القلب .

وللاعصاب الحسية اثار مختلفة على سرعة القلب فالالم الخفيف يزيد من سرعة القلب بينما الالم الشديد يقلل من سرعته .

ان زيادة العائد الوريدي للقلب يؤدي الى زيادة في سرعته خصوصا عندما تكون سرعة القلب واطئة ويعرف هذا بمنعكس بينبريدج (Bainbridge Reflex)

حجم الضربة

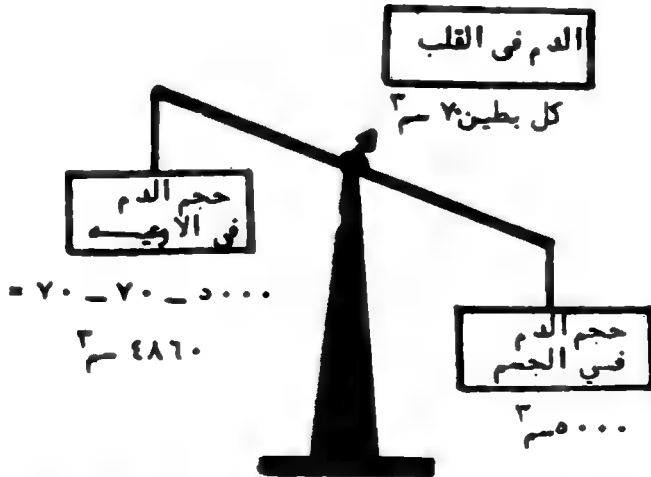
STROKE VOLUME

تعرف حجم الضربة بانها كمية الدم المضخة من كل بطين في ضربة واحدة . وتساوي حوالي ٧٠سم^٣ لكل ضربة عند الراحة ، ولكنها قد تزداد الى ١٥٠سم^٣ لكل ضربة اثناء التمارين . ان حجم الضربة تساوي لكمية الدم الموجودة في البطين عند بداية الانقباض ، ناقصا كمية الدم في البطين في نهاية الانقباض .

قدرة الدورة الدموية وحجم الدم :

للقلب قوة ضعيفة لسحب الدم ، وان حجم الدم الموجود في القلب في بداية الانقباض يتوقف على كمية الدم المتبقي بعد امتلاء الدورة الدموية . ان حجم الدم هو ٥٠٠سم^٣ ، ولذا فان سعة الاوعية الدموية يجب ان تكون اقل من هذا كي يكون الفرق بين الاثنين في كل وقت مهما في القلب لضخه الى الخارج . وهذه ممثلة بالرسم التخطيطي في شكل (٥٢) بكفتي ميزان . ففي احدى الكفتين مجموع الدم الموجود في الجسم وحجمه هو اكثر من الحجم الذي في الكفة الاخرى ، والذي هو حجم الدم في الاوعية الدموية . وهذا الحجم هو قدرة الدورة الدموية . وان الفرق بين حجم الدم وقدرة الدورة الدموية مبينة بالمؤشر في اعلى الميزان . ان هذا المؤشر قد انحرف من نقطة الصفر واثّر على نقطة ٧٠سم^٣ والتي تمثل الحالة الطبيعية . ان حجم الدم هو ٥٠٠سم^٣ وقدرة الدورة الدموية هي ٤٨٦سم^٣ اما الباقي ومقداره ١٤٠سم^٣ فهو في القلب ، ٧٠سم^٣ في البطين الايسر و ٧٠سم^٣ في البطين الايمن .

واذا ما ازداد الدم في الاوعية الدموية (اي قدرة الدورة الدموية) ، فان كفتي الميزان عندئذ ستكون متوازنة تقريبا وهذا يعني بقاء كمية قليلة من الدم للماء القلب وبذلك تقل حجم الضربة . وعليه فان حجم الضربة تعين بالفرق بين قدرة الدورة الدموية وحجم الدم .



شكل - ٥٢ - ان الدم الجاهز للتضيق في الانقباض الثاني يكون مساويا للفرق بين مجموع الدم في الجسم وسعة الاوعية الدموية .
والذا ما هبط حجم الدم ، او ازدادت سعة الاوعية الدموية ، فان الطرح القلبي سينخفض .

توتر المحرك الوريدي (Vasomotor Tone) :

تحتفظ الاوردة بمعظم الدم الموجود في الجسم وان قدرة الاوردة هي المهمة في ادامة حجم الضربة . ان الاوردة اوعية ذات جدران رقيقة ولكن لها غلافا عضليا ، وهذا الغلاف العضلي ، مجهز باللياف عضلية ودية . وتسمى الفعالية المستمرة التي تبدأ من مركز المحرك الوعائي الى الاوردة بتوتر المحرك الوريدي . ونعتمد على توتر المحرك الوريدي لكي نحافظ على اوطا مستوى كاف لقدرة الاوردة كي تكون لنا حجم ضربة مناسبة .

ان جاذبية الارض تجذب الدم الى الاجزاء السفلى من الجسم الى القدمين عند وضعية الانتصاب . وهي تميل لتمديد الاوردة . وعلى توتر المحرك الوريدي ان يتغلب على هذا التمدد الوريدي . واذا لم يستطع توتر المحرك الوريدي ان يعادل تأثير جاذبية الارض ، فان الاوعية تتمدد وستزداد قدرة الدورة الدموية الى اكثر من حجم الدم وستقل حجم الضربة الى الصفر . ونتيجة لذلك فان الطرح القلبي سيهبط ايضا الى الصفر ويفقد المريض وعيه .

وعند بقاءه في الفراش لمدة اسابيع قليلة ، فان المريض سيفقد توتر المحرك الوريدي . واذا ما اخذ مثل هذا المريض من الفراش ليقف منتصبا فانه سيفضى عليه بسبب واقع قلة الدم العائد الى القلب .

ويحدث مثل هذه الحالات للمريض الذي يتناول دواء حصر عقدي او ودي (Sympathetic or Ganglionic Blocking Agent) لتقليل الفعالية الودية . وفي الجرعة العالية فانه ، لن يكون لتوتر المحرك الوريدي سيطرة فعالة . وان مثل هذا المريض سيكون واعيا عندما يكون راقدا في الفراش ولكنه سيفضى عليه اذا ما حاول الوقوف ، ويسمى هذا نقص التوتر الوضي (Postural Hypotension) ويمكن منع حدوث التمدد الوريدي وذلك بتسليط ضغط خارجي على الوردة ، ويكون ذلك على شكل لفائف للساقين واسفل البطن . والافضل من ذلك هو استعمال لباس ضاغط ، ويجب ان يكون الضغط منظما للحد الذي يعادل به تماما جاذبية الارض .

النزف والطرح القلبي :

ان تأثير النزف يكون في تقليله لحجم الدم ، وبالرجوع الى (شكل ٥٢) فسيظهر بان التأثير سيكون بتقليل جانب حجم الدم في الميزان . ونتيجة لذلك فانه ستقل حجم الضربة ، وستهبط باتجاه الصفر . ومن الممكن زيادة حجم الضربة مرة اخرى عن طريق اعطاء الدم . واذا لم يكن هذا ممكنا فانه يمكن تحسين الضربة بتقليل قدرة الدورة الدموية وذلك

بطرح المريض على الفراش ورفع ساقيه ، او باستعمال لباس ضاغط على الاطراف والجزء الاسفل من البطن .

قانون ستارلنك للقلب (Starling's Law of the Heart) :

للمضلة البطينية خاصية مهمة وذلك انه اذا ازدادت كمية الدم العائدة الى القلب خلال طور الامتلاء ، فان هذا الدم سيمدد البطينين وفي الانقباض التالي فان تقلص البطينين سيكون اقوى ، وسيضخان حجما اكثر من الدم . وهكذا يتمكن البطينان من تحويل الدم من الجانب الوريدي الى الجانب الشرياني . وكمية الدم المضخة خارجا ستتعين عادة بكمية ما يستلمانه من دم . واول من اظهر هذه الحقيقة هو العالم ستارلنك ولذا فتسمى هذه بقانون ستارلنك للقلب . وهو يعرف بالقول بان قوة تقلص البطينين تعتمد على الطول الاولي للياف العضلة البطينية .

ان قانون ستارلنك للقلب مهم جدا فانه يضمن ان لجانبي القلب نفس الطرح القلبي في الدقيقة . ويجب التصور بانه ان لم يكن كذلك فان دوران الدم سيتوقف بسرعة . وعلى سبيل المثال فانه اذا ما ضخ البطين الايسر كمية من الدم اكثر من البطين الايمن ، فان الدم سرعان ما سيتترك الرئتين كلية وسيكون جميعه في الانسجة . وعلى العكس اذا ما ضخ البطين الايمن كمية من الدم في الدقيقة اكثر من البطين الايسر ، فان جميع الدم سينتقل بمرور الوقت من الدورة النظامية الى الرئتين . ولكن هذا لن يحدث حيث انه اذا ما زاد البطين الايمن من طرحه القلبي عن البطين الايسر ، فان كمية الدم التي ستعود الى البطين الايسر تكون اكثر مما ضخه ، وسيتمدد البطين الايسر بهذه الكمية من الدم الوريدي العائد ، حيث تسبب زيادة في قوة تقلصه ، وزيادة في حجم ضربته . ولذا فان قانون ستارلنك للقلب سيحفظ المساواة بين جانبي القلب في صورة الطرح القلبي .

ان قانون ستارلنك للقلب هو السبب في التغيرات الحاصلة في فعالية القلب بعد النزف اذ انه لسبب وجود كمية قليلة من الدم في البطينين في نهاية الانبساط ، فان تقلص القلب سيكون ضعيفا في الانقباض التالي مسببا حجم ضربة قليلة ونبض ضعيف . واذا ما زاد تقلص دم لاحق حجم دم البطينين في نهاية الانبساط ، فان القلب عندئذ سيتقلص بقوة ، وسيضخ هذا الحجم الزائد من الدم مسببا بذلك زيادة في حجم الضربة ، وقوة في النبض .

الصمامات في الاوردة (Valves in Veins) :

لاوردة الاطراف صمامات تسمح بجريان الدم باتجاه واحد فقط ،

اي الى الوراء نحو القلب . وان هذه الصمامات تحطم عمود الدم ، وتمنع تمدد الاوردة بسبب جاذبية الارض وكذلك فهي تعمل كمضخة عضلية تزيد من عودة الدم الى القلب

تحتاج هذه المضخة الى تقلص وانبساط متناوبين للعضلة المجاورة وسوف لن تعمل هذه المضخة العضلية اذا ما كان هنالك تقلص وانبساط مستمران .

في كل تقلص فان الدم في جزء من الوريد سيضغط نحو القلب وبالانقباض التالي فان هذا الجزء من الوريد سيمتلئ من النهاية البعيدة . ويتناوب انقباض وانبساط العضلة ، فان الدم سيبقى جاريا الى الوراء نحو القلب (شكل ٥٣)



شكل - ٥٣ - الصمامات في الاوردة ومضخة العضلة .

وعليه فانه يكون هنالك تمدد وريدي قليل جدا اثناء المشي بالنسبة للشخص عما هو عند الوقوف وبذلك سيكون هنالك حجم دم وطرحا قلبيا افضل عند ما يكون الشخص ماشيا عما اذا كان واقفا

ويحدث غالبا ان يغمى على الجنود اثناء الاستعراض العسكري وهو اكثر ما يحدث عندما يكونوا واقفين ومضخة العضلة دونما عمل . ونتيجة لذلك فان الاوردة ستمتد تدريجيا بفعل جاذبية الارض مما يزيد في قدرة الدورة الدموية وبالتالي تقليل حجم الضربة

الانغماء بسبب طرح قلبي واطيء (Fainting Due to Low Cardiac Output) :

يحدث الانغماء عند عدم جريان دم كاف في الدماغ لادامة الوعي وفي هذه الحالة يكون السبب عدم كفاية الطرح القلبي (Cardiac Output) لادامة ضغط الدم الضروري لمواجهة تأثير جاذبية الارض وضخ الدم الى الاعلى للدماغ .

ان فعل الانغماء يسبب سقوط الشخص الى الارض مما يؤدي الى تحسن مباشر في جريان الدم المخي

ويجب ان يترك الشخص المغمى عليه في وضع افقي (لا بسبب كون الدماغ في مستوى القلب ، ولكن لان تأثير جاذبية الارض على تمديد الاوردة سيزول) حتى يعود هو نفسه الى وعيه ويجلس . ان سحب مثل هذا الشخص ليقف على قدميه قد يسبب تلفا في الدماغ بسبب ذوى مخي . ولهذا السبب فان الانغماء قد يكون اكثر خطورة اذا ما حدث في زحام حيث سيبقى الشخص في وضع قائم ولا يسقط الى الارض .

وكما رأينا فان الانغماء يحدث ايضا عندما لا تكون هنالك مقاومة محيطية كافية بسبب فقد التوتر الشرياني .

الصدمة (Shock) :

يكون المريض في الصدمة قلق ، شاحب ، عرق وذو ضغط دم واطيء ونبض سريع وله طرح قلبي واطيء

تنتج الصدمة من الكلم (Trauma) والحروق والانتان (Sepsis) وقصور القلب الحاد او فقدان كمية كبيرة من السوائل بسبب الاسهال .

وتعتمد المعالجة عادة على محاولة زيادة الطرح القلبي باعطاء كميات كبيرة من السوائل عن طريق الزرق داخل الوريد . ولكن هنالك خطورة من الافراط في تحميل الدورة الدموية وتكديس ال ب. هـ (PH) وميزان الشوارد (Electrolytes) في الجسم حيث انه من الممكن ان تضعف وظيفة الكلية .

مراقبة المريض :

اضافة للتقييم السريري ، ففي العادة مراقبة الضغط الوريدي المركزي وضغط الدم الشرياني والتخطيط الكهربائي للقلب وكذلك شوارد البلازما وب. هـ الدم وغازاته

الايض الهوائي (Aerobic Metabolism) ، فان الطاقة
تستحصل بعملية الايض اللاهوائي (Anaerobic Metabolism)
ويتكون حامض اللاكتيك .

وتستمر زيادة التنفس بعد انتهاء التمرين . ومن ثم فكمية
الاوكسجين الاضافية المأخوذة ، تزيل حامض اللاكتيك وتعوض عن دين
الاوكسجين (Oxygen Debt) .

قياس الطرح القلبي :

ان التركيز هو كمية المادة في حجم معين من السائل .
فعلى سبيل المثال اذا ما زرقت في وريد مريض ما ٢٥٠٠ وحدة
من صبغة غير ضارة ، وان الصبغة ظهرت بعد ذلك في الدم الشرياني بمدة
٣٠ ثانية وبمتوسط تركيز مقداره وحدة واحدة من الصبغة لكل سم^٣
من الدم خلال مرووره في القلب والرئتين ، (٢٥٠٠ وحدة من الصبغة في
٢٥٠٠ سم^٣ من الدم تركيزها يساوي وحدة واحدة لكل سم^٣ من الدم) .
فهذا يعني ان هذه الصبغة قد لاقت ٢٥٠٠ سم^٣ من الدم في ٣٠ ثانية وان
جريان الدم في القلب والرئتين في دقيقة واحدة ، هو ضعف هذه الكمية
اي ان الطرح القلبي هو ٥٠٠٠ سم^٣ في الدقيقة . وهذه هي قاعدة طريقة
تخفيف الصبغة لتعيين الطرح القلبي .

كمية الصبغة المزروقة

$$\frac{\text{الطرح القلبي}}{\text{تركيزها في الدم الشرياني}} \times \text{الزمن}$$

وكبدل للصبغة يمكن استعمال مادة مشعة وتركيزها في الدم
الشرياني يقاس بواسطة عداد لفعالية الاشعاع .

وفي طريقة قاعدة فيك (Fick Principle) لتعيين الطرح
القلبي فانه تقاس زيادة تركيز الاوكسجين في الدم عند مرووره خلال
الرئتين .

فاذا كان مقدار الاوكسجين الذي يأخذه مريض ما هو ٢٥٠ سم^٣ في
الدقيقة وان كل سم^٣ من الدم المار خلال الرئتين يأخذ ٠.٥ سم^٣ من
الاوكسجين (١٥ سم^٣ اوكسجين لكل ١٠٠ سم^٣ دم) ، فان النتيجة
٢٥٠ .

ستكون ————— = ٥٠٠٠ سم^٣ من الدم يجب ان تمر خلال الرئتين
٠.٥

بالدقيقة . وحيث اننا نبحث في الدوران . فان جريان الدم في الرئتين هو
نفس مقدار الطرح القلبي .

كمية الاوكسجين المأخوذة

الطرح القلبي = $\frac{\text{الفرق بين كمية الاوكسجين الشرياني والوريدي}}{\text{الفرق بين كمية الاوكسجين الشرياني والوريدي}}$

ويمكن الحصول على اوكسجين الدم الذي يترك الرئتين من نموذج دم شرياني وتمييز كمية الاوكسجين في الدم الواصل للرئتين بتطلب قشطرة قلبية للحصول على نموذج دم من الشريان الرئوي والفرق بين تركيز الاوكسجين الذي بهما (الفرق بين كمية الاوكسجين الشرياني والوريدي) يعطي كمية الاوكسجين المأخوذة من قبل سم ٣ من الدم المار خلال الرئتين .

وكمية الاوكسجين المأخوذة بالدقيقة تعين باستعمال جهاز مقياس النفس (Spirometer) .

الخلاصة :

- يعين الطرح القلبي بواسطة سرعة القلب وحجم الضربة .
- الطرح القلبي = سرعة القلب \times حجم الضربة .
- ١ - تتحور سرعة القلب بفعالية المبهم وبالفعالية الودية
- ٢ - ان حجم الضربة هو الفرق بين حجم البطينين في بداية الانقباض وحجمها في نهاية الانقباض .
- ١ - ان حجم الدم في البطينين في بداية الانقباض يعتمد على مقدار زيادة حجم الدم لقلدة الدورة الدموية ، وهذه تعتمد اساسا على توتر المحرك الوريدي ، فكلما ازداد توتر المحرك الوريدي كلما ازداد حجم الدم في القلب في بداية الانقباض .
- ب - ان حجم الدم في نهاية الانقباض يعتمد على الفعالية الودية القلبية .
- ٢ - وفي التمارين ، فان جزءا من الزيادة التي تحدث في الطرح القلبي تكون بسبب زيادة افراغ البطينين كنتيجة لزيادة الفعالية الودية القلبية .

BLOOD

يحتوي جسم الشخص البالغ على خمسة التار من الدم . بينما يحتوي جسم الطفل حديث الولادة على ٣٠٠سم ٣ فقط ويؤلف الدم

حوالي — من وزن الجسم ، ويستفاد من هذه الحقيقة في تقدير

حجم الدم في كل من الرضيع والطفل والبالغ .

إذا ما ترك الدم ومنع من التجلط ، فإنه ينفصل الى البلازما والخلايا (شكل ٥٤) ويمكن اسراع هذه العملية باستعمال جهاز المنبذة (Centrifuge) (شكل ٥٥) . وإذا ما أجريت هذه العملية في أنبوبة صغيرة مدرجة من صفر الى ١٠٠ ، فإن الخلايا التي تستقر في القعر تستشفل حجما مقداره ٤٥ { وتستشفل البلازما حجما مقداره ٥٥ . ولذا فإن ٤٥٪ من الدم يتكون من الخلايا . ويعرف الرقم ٤٥ بحجم الكريات المروسة (Packed Cell Volume) او منفصل الدم (Haematocrit) وفي قعر الدم عندما يكون هنالك نقص في عدد الكريات الحمراء فإن منفصل الدم يكون واطئا

نخاع العظم

BONE MARROW

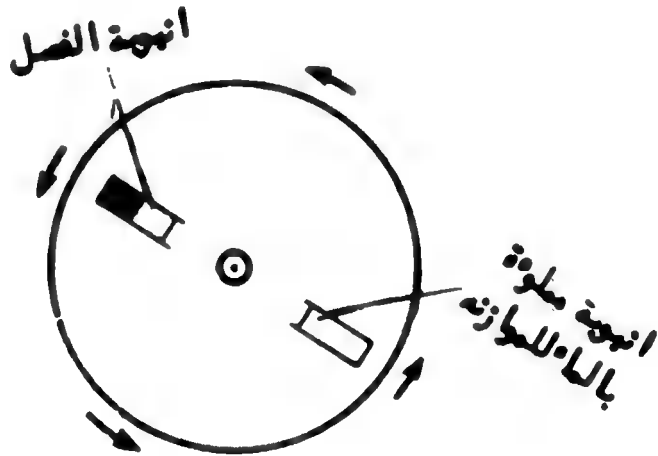
تتكون خلايا الدم في نخاع العظم . ويوجد هذا في الجوف النخاعي
 الاجوف للعظام . ويشترك كل نخاع العظام في الطفل في تكوين هذه
 الخلايا ، ولكنه عند البلوغ فان النخاع الفعّال والذي يسمى بنخاع العظم
 الاحمر (Red Bone Marrow) يكون منحصرًا فقط في الجذع
 والجمجمة . وعلى الرغم من تسميته بنخاع العظم الاحمر الا انه يشترك
 في تكوين الخلايا الحمراء والبيضاء . وان نخاع عظام الاطراف والعظام
 الطويلة في الجسم يكون بشكل نخاع دهني اصفر ، ويكون كاحتياط
 لا يشترك بصورة فعّالة في تكوين خلايا الدم . ولكنه يستطيع ان يتحول
 الى نخاع عظمي احمر ان كان هناك نقص في الدم .

يحتوي نخاع العظام على خمسة اشكال مختلفة من الخلايا المولدة للدم وهذه هي : ارومة الخلايا النخاعية (**Meyloblasts**) ، وارومة الخلايا اللمفة (**Lymphoblasts**) ، وارومة خلايا وحدة النسوة

(Monoblasts) ، وارومة الخلايا الحمراء (Erythroblasts)
 وخلية ضخمة النواة (Megakaryocytes) (شكل ٥٦)



شكل ٥٦ - اذا منع التجلط ، فان الدم ينفصل الى الخلايا والبلازما .
 وباستعمال انبوبة لتنفصل الدم مدرجة من صفر الى ١٠٠ ،
 فان الخلايا ستحتل حجما مقداره ٤٥ .



شكل ٥٧ - ان انفصال الدم الى البلازما والخلايا يمكن تسريعه
 باستعمال المنبلة . وتعمل هذه بنفس اساس مجلفسة
 الملابس النورية . ويجب موازنة الانبوبة العاوية على الدم
 بانبوبة اخرى مقابلة لها تملأ بالماء عادة . وان القوة النابذة
 الناتجة من سرعة الدوران العالية ، تصفع بالخلايا الاثقل
 نحو القعر .

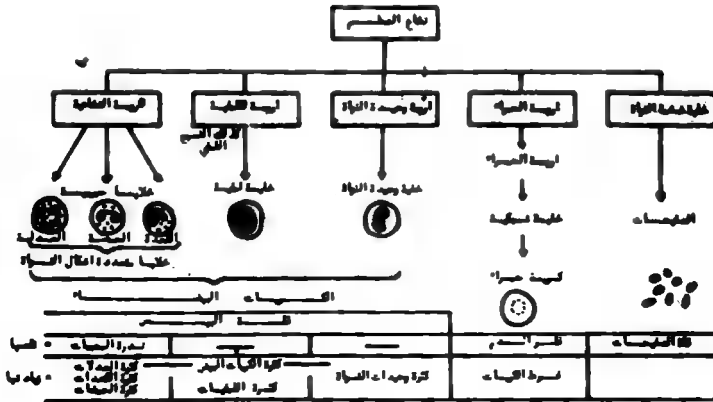
الخلايا الحبيبية

GRANULOCYTES

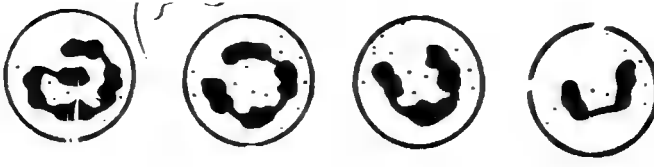
ان ارومة الخلايا النخاعية تكون خلايا الدم البيضاء الحاوية على الحبيبات ، وتعرف باسم الخلايا الحبيبة . ولأجل رؤية هذه الحبيبات بوضوح ، فان الخلايا تلون باصباغ معينة . وان الصبغتين اللتين يشيع استعمالهما هما الايوسين (Eosin) (صبغة حمراء تستعمل لعمل الجبر الاحمر) ، والصبغة القلوية مثل الهيماتوكسولين (Haematoxylin) والتي لها لون ازرق . وعند استعمال هاتين الصبغتين لتلوين الخلايا الحبيبية ، فان الحبيبات الموجودة في معظم هذه الخلايا الحبيبية لا تملأ لاحدى هاتين الصبغتين ، الايوسين او الصبغة القلوية بل تتلون قليلا جدا من كل منهما . وتسمى مثل هذه الخلايا بالخلايا العدلة (Neutrophil)

وقسم اخر من الخلايا الحبيبية لها حبيبات تأخذ صبغة الايوسين حيث تصطبغ بلون احمر براق . وتدعى هذه الخلايا بالخلايا الحمضية (Eosinophil) . وهناك اعداد قليلة من الخلايا الحبيبية تتلون مع الصبغة القلوية وتسمى بالخلايا القمعة (Basophil)

وتنقسم نوى الخلايا الحبيبية الى عدة اجزاء ولذا فان هذه الخلايا تسمى ايضا بالخلايا متعددة اشكال النواة (Polymorphonuclear Cells) . وهذا التفصيل للنواة والذي يمكن رؤيته بوضوح في الخلايا العدلة ، يزداد مع ازدياد عمر الخلية . فتتقسم النواة اولا الى فصين وعندما تكبر الى ٣ و ٤ واخيرا الى خمسة فصوص (شكل ٥٧) .



شكل ٥٦ - مخطط يبين تكون خلايا الدم من نخاع العظم .



شكل -٧- ان نواة العذلة تكون مقسمة الى فصوص . ويزداد هذا التفصيل من اثنين الى خمسة بازداد عمر الخلية .

ولا يكون التفصيل واضحا في الخلايا الحمضة ، ونادرا ما تكون النواة منقسمة الى اكثر من فصين . وفي حالة الخلايا القعدة ، فان النواة تظهر تخريرا واحدا يقسم النواة الى جزئين .

ان هذه الخلايا الحبيبية هي خلايا بلعمية (Phagocytes) ، اي ان لها القدرة على التهام الجزيئات الغريبة بضمنها البكتريا وتحتوي الحبيبات على خمائر (Enzymes) هاضمة والتي يمكنها من اذابة الجزيئات الغريبة .

٤ الخلايا اللمفية

LYMPHOCYTES

ان ارومة الخلايا اللمفية والتي توجد ايضا في النسيج اللمفاوي لانسجة الجسم ، هي خلايا مكونة للخلايا اللمفية والخلايا اللمفية اصفر قليلا من الخلايا الحبيبية ولها نواة دائرية كبيرة جدا تحتل كل الخلية تقريبا . وليست الخلايا اللمفية خلايا بلعمية ، ولكنها تنتج المضادات (Antibodies) التي يمكنها التفاعل مع المواد الغريبة المعروفة بالمستضدات (Antigens) ، فتحطمها بتفاعل مستضد ضد (Antigen-Antibody Reaction) .

٥ خلايا وحيدة النواة

MONOCYTES

ان ارومة خلايا وحيدة النواة هي خلايا مكونة للخلايا وحيدة النواة . وهذه خلايا بيضاء اكبر من الخلايا الحبيبية او اللمفية ولها عادة نواة تشبه الكلية وهي كمثل الخلايا الحبيبية خلايا بلعمية تستطيع ابتلاع البكتريا والجزيئات الغريبة .

تعداد الكريات البيضاء (White Cell Count) :

تؤلف الخلايا الحبيبية حوالي ٧٠٪ من الخلايا البيضاء في الجسم (٦٥٪ خلايا عدلة ، و٤٪ خلايا حمضة ، و١٪ خلايا قعدة) .

وتؤلف الخلايا اللمفية حوالي ٢٥٪ من الكريات البيضاء عند البالغ ، اما الخلايا وحيدة النواة فتؤلف ال ٥٪ الباقية . وتكون الانسجة اللغفاوية عند الاطفال اكثر بكثير مما عند البالغين . ونتيجة لذلك فان ما لديهم من خلايا لمفية يكون اكثر مما لهم من خلايا حبيبية .

ومجموعها كلها يبلغ تقريبا ٨٠٠٠ كرية دم بيضاء في كل ملم ٣ واحد من الدم (شكل ٥٨ (أ)) وهذه الكريات البيضاء تعرف ايضا باسم اللوكوسايت (Leucocytes)

الصفائح

PLATELETS

تكون الخلايا ضخمة النواة الصفائح (Platelets or Thrombocytes) وتلعب الصفائح دورا هاما في عملية تجلط الدم .

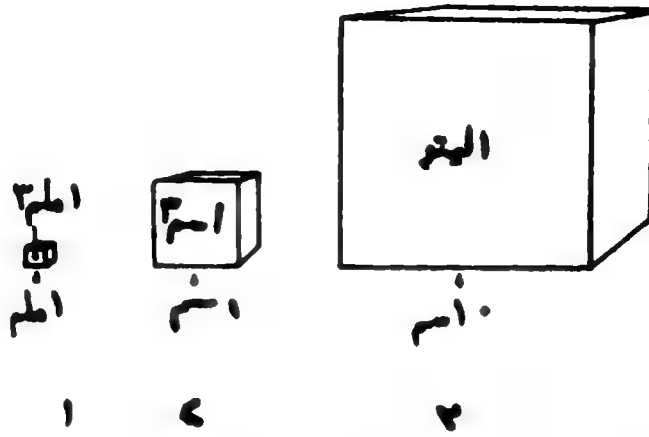
تعداد الكريات الحمراء (Red Cell Couns) :

تكون ارومة الخلايا الحمراء كريات الدم الحمراء وهناك كميات من كريات الدم الحمراء اكثر بكثير من كريات الدم البيضاء . حيث ان عدد الكريات الحمراء يبلغ خمسة ملايين كرية في كل ملم ٣ واحد في الاحوال الطبيعية (شكل ٥٨ (ب))

وتعداد الكريات الحمراء يمبر عنه عادة بعدد الكريات في المليمتر المكعب الواحد من الدم وهذا يعني ان عدد الكريات في السنتيمتر المكعب الواحد سيكون اكثر بالف مرة وسيكون عددها في اللتر المكعب الواحد اكثر بمليون مرة (شكل ٥٨) وذلك لان المليمتر المكعب الواحد يكون مساويا لمايكرولتر واحد

تكون الكريات (Cell Formation)

ان الكريات الحمراء والبيضاء يجب ان تعوض باستمرار عند تلف الكريات القديمة منها وموتها ويجب ان يكون نخاع العظم فعالا جدا طوال الوقت كي يعوض ما يفقد باستمرار . وان اتقسامات الخلية المتكرر ضروري لتمكين نخاع العظم من ادامة عدد الكريات الحمراء والبيضاء .



شكل ٨- (١) ان مكعب اضلاعه ١ ملم يكون حجمه (١ ملم^٣) = ١ مايكروليتر .

(٢) ان مكعب اضلاعه ١ سم يكون حجمه (١ سم^٣) . وان ١٠٠٠ مكعب من حجم (١) ستعطي مكعبا واحدا من حجم (٢) . ولذا فان ١٠٠٠ ملم^٣ = ١ سم^٣ .

(٣) ان مكعب اضلاعه ١٠ سم يكون حجمه (١ لتر) . وان ١٠٠٠ مكعب من حجم (٢) ستعطي مكعبا واحدا من حجم (٣) . ولذا فان لترا واحدا ١٠٠٠ سم^٣ = ١٠٠٠ و ١٠٠٠ و ١٠٠٠ ملم^٣ .

ان مليمترا مكعبا واحدا من الدم يحتوي على ٨٠٠٠ كرية بيضاء و ٥٠٠٠ و ٥٠٠٠ و ٥٠٠٠ كرية حمراء .
(ان المكعبات المرسومة ليست حسب القياس) .

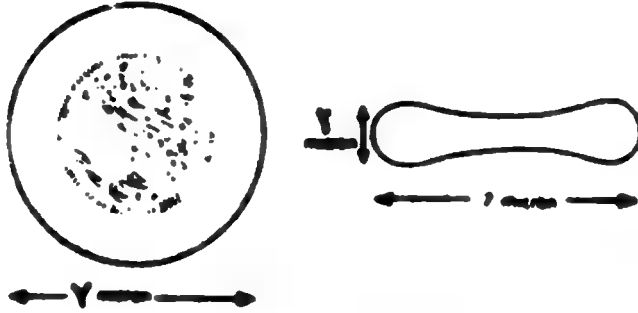
تثبط الاشعاعات المتأينة (Ionizing Radiation)

انقسامات الخلية هذه . وهذا النوع من الاشعاعات تصدر من اشعة اكس والنظائر المشعة والمفاعلات الذرية . ولهذا فان مقدارا عاليا من اشعاع متاين يمنع نخاع العظم من تكوين الكريات الحمراء والبيضاء والصفائح . ومثل هذا الاضطراب في تكوين الكرية يحدث عند بعض المرضى الذين يتعاطون ادوية من مشتقات البنزين . والفشل في تكوين كريات الدم الحمراء يسمى فقر الدم الالكتوني (Aplastic Anaemia)

ويسمى انخفاض عدد كريات الدم البيضاء الدائرة بقلصة البيض (Leucopenia) واختفاء الخلايا الحبيبية من دوران يطلق عليه ندرة المحييات (Agranulocytosis) اما انخفاض تكوين الصفائح من خلايا عظيمة النواة فيسمى قلة الصفائح (Thrombocytopenia) .

٨ كريات الدم الحمراء RAD BLOOD CELLS

ان كريات الدم الحمراء هي اقراص مقعرة الوجهين . يبلغ قطرها سبع مايكرونيات وتحتوي مايكروني (شكل ٥٩) . وتحتوي على صبغ الهيموكلوبين ذو اللون الاحمر البراق عندما يكون متحدا مع الاوكسجين . وهو ذو لون ازرق داكن عندما لا يكون هناك اوكسجين . ان الهيموكلوبين ، كما سنرى فيما بعد ، يلعب دورا هاما في حمل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون . ويحتوي كل ١٠٠ سم^٣ من الدم حوالي ١٥ غم من الهيموكلوبين في كراته الحمراء .



شكل ٥٩- الكريات الدموية الحمراء اقراص مقعرة الوجهين قطرها ٧ مايكرونيات وسمكها مايكرون واحد .

$$1 \text{ مايكرون} = 1000 \text{ ملم} = 1000000 \text{ متر}$$

١٠ المتطلبات القوية لتكوين الكريات الحمراء :

ان مدة حياة الكريات الحمراء هي حوالي ١٠٠ يوم تتحطم بعدها . وهذا يعني بان ١٪ من الكريات الحمراء الموجودة في الجسم يجب ان تعوض يوميا . ولكي نتمكن من ذلك فاننا نحتاج الى بعض العناصر في قوتنا .

فنحتاج اولاً الى البروتين لتجهيز الاحماض الامينية والتي تستعمل كاحجار البناء في تكوين بروتين الجسم ، وهنا لتركيب كرية الدم الحمراء .

ولعمل الهيموكلوبين اللازم فانه يتطلب وجود الحديد في القوت
واذا كان مقدار الحديد المأخوذ غير كاف لحاجة الجسم فانه تنشأ حالة
فقر دم عوز الحديد (**Iron Deficiency Anaemia**) فتصبح
كريات الدم عندئذ شاحبة اللون جدا بسبب نقص الهيموكلوبين

ان اغلب الحديد من الكريات الحمراء المتحطمة يستخدم مرة اخرى
في تكوين كريات جديدة ولكن مقدار خمسة ملليغرامات اضافية يوميا
ضروري للرجل وعشرة ملليغرامات يوميا للمرأة والسبب في كون
احتياج المرأة للحديد اكثر من الرجل ، هو بسبب فقدان المرأة للدم عند
كل دورة حيضية ، وهذا يمثل فقداناً كلياً للحديد من الجسم . والمريض
الذي سبق وان نزف دماً قد يحتاج الى حديد اضافي في القوت لتعويض
ما فقده من حديد اثناء نزف الدم

ولكي يتم تكوين عدد كاف من الكريات الحمراء ، فيجب وجود
فيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك . وبدون فيتامين ب ١٢ وحامض
الفوليك فان عملية الايض (**Metabolism**) ستضطرب وستكون
كريات حمراء قليلة جدا وهذه التي تكونت تكون غير منتظمة في حجمها
وبصورة عامة تكون كبيرة جدا وتدعى هذه الحالة بفقر الدم كبير
الكريات (**Macrocytic Anaemia**) او فقر الدم ضخم الاروم
(**Megaloblastic Anaemia**)

وغالبا ما تصاحب حالة فقر الدم هذه ، قلة البيض وقلة الصفائح
حيث ان الفيتامينات تلعب دورا في تكوين الكريات البيضاء والصفائح .
ان فيتامين ب ١٢ على الاخص صعب الامتصاص من القناة الهضمية
الى الدم ويكون الامتصاص كافيا فقط لانتاج كريات الدم الحمراء اذا
ما انتجت المعدة مادة تسمى بالعامل الداخلي المنشأ
(**Intrinsic Factor**) وهذه مادة بروتينية او متعددة السكريد
(**Polysacharide**) تساعد على امتصاص فيتامين ب ١٢ (كان
فيتامين ب ١٢ يعرف سابقا بالعامل الخارجي المنشأ)
(**Extrinsic Factor**)

وبعد الامتصاص ، فان فيتامين ب ١٢ يخزن في الكبد ويرسل الى
نخاع العظم للمساعدة في نضج كريات الدم الحمراء وتكون الكميات
المخزونة كافة لعدة سنوات

واذا ما نشتت المعدة في انتاج العامل الداخلي المنشأ ، فان
امتصاص فيتامين ب ١٢ سيكون غير كاف وستكون حالة تعرف بفقر
الدم كبير الكريات (او فقر الدم ضخم الاروم) وحيث ان فيتامين ب ١٢

يخزن ايضا في كبد الحيوانات ، لذا فان قوتا من الكبد كان يستعمل اصلا لمعالجة هذه الحالة . وقد ابدلت هذه الطريقة بحقن فيتامين ب₁₂

وهناك نوع اخر من فقر الدم يعرف بفقر الدم المنجلي (Sickle-Cell Anaemia) سنبحثه فيما بعد

مكون الحمر (Erythropoietin) :

اذا حدث وان كان نقص مستمر بالاكسجين في الجسم ، فان نخاع العظم سيستجيب لعمل كميات اكثر من الكريات الحمراء ويتم ذلك باطلاق مادة تسمى بمكون الحمر من الكليتين كاستجابة لنقص الاوكسجين ولذا فان المرضى بعد اجراء عملية رفع الكليتين يصابون بفقر الدم

٨٠ تحطم الكريات الحمراء

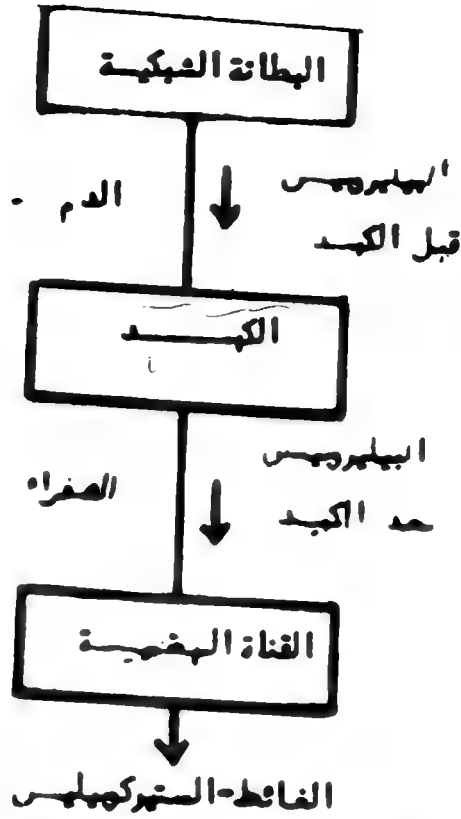
RED CELL BREAKDOWN

ان المتخلف من الكريات الحمراء في نهاية حياتها يؤخذ بواسطة جهاز البطانة الشبكية (Reticulo - endothelial System) للجسم وهذا اسم يطلق على مجموعة من الخلايا البلعية توجد في نخاع العظم والطحال والكبد ومناطق اخرى من الجسم

فيتحول الهيموكلوبين بواسطة هذه الخلايا الى صباغ صفراء هي البيليروبين (Bilirubin) * يمكن رؤية هذا التحول من الهيموكلوبين الاحمر الى البيليروبين الصفراء في كدمة او عين سوداء فيفقد الهيموكلوبين اولا اوكسجينه ويصبح داكن اللون ومن ثم يتحول تدريجيا اول الامر الى المادة الخضراء البيلفيردين (Biliverdin) واخيرا الى المادة الصفراء البيليروبين

وتمر البيليروبين عن طريق الدم الى الكبد حيث تبرز في الصفراء (Bile) وتنزل من خلال قناة الصفراء الى الفعج (الاثنا عشر) ، ومن ثم تمر من خلال كل الامعاء الدقيقة والغليظة لتظهر اخرا في الفاظ بشكل مادة ملونة بنيصة هي الستيركوبيلين (Stearcobilin) (شكل ٦٠)

ان طريق الابراز هذا مهم جدا ، وهو ايضا غير اعتيادي ، حيث ان معظم مخلفات الجسم تبرز في الادرار مذابة في الماء .



شكل ٦٠- ابراز البيليروبين . ان البيليروبين المتكون من تحطم الكريات الحمراء يمر من جهاز البطانة الشبكية الى الكبد عن طريق الدم . ويستخلص الكبد البيليروبين ويمرره من خلال قناة الصفراء على شكل صباغ الصفراء الى الاثني عشر . حيث تبرز مع الفائض على شكل مادة الستيركوبيلين البنية اللون .

اليرقان

JAUNDICE

اذا ما فشل هذا المسلك الابرازي وتجمعت البيليروبين في الدم . فانها ستمر من الدم الى الجلد مسببة تلونا اصفر . وتعرف هذه الحالة باليرقان (Jaundice) ويظهر اللون الاصفر بوضوح خاصة في العينين حيث تصبح الملتهمة (Conjunctiva) صفراء اللون . وقد يكون ابراز البيليروبين غير كاف لثلاثة اسباب اولا كثرة

تكون البيليروبين بحيث لا يمكن للكبد نقلها بسرعة كافة الى قناة الصفراء ويتكون بذلك اليرقان . وهو ما قد يحدث في الايام الاولى من الحياة ، عندما يكون كبد الوليد غير ناضج . اذ ان الوليد يولد بكميات كبيرة من كريات الدم الحمراء (تعدادها يبلغ ٧ ملايين في المليمتر المكعب الواحد) . فتبدأ الكريات الزائدة بالتحطم في الايام الاولى للحياة لتخفيض عدد الكريات الى خمسة ملايين كرية في المليمتر المكعب الواحد . وان كميات البيليروبين الناتجة من تحطم هذه الكريات قد تكون كبيرة بحيث لا يستطيع الكبد التصرف معها ، فتظهر في الوليد حالة اليرقان . ويسمى هذا باليرقان الفسلجي (Physiological Jaundice) ويجب ان لا يخلط بينه وبين شكل اخر من اليرقان اكثر شدة والذي يكون بسبب عدم مقارنة عامل ريزس (Rhesus Factor) .

وهناك شكل اخر مشابه من اليرقان يكون نتيجة زيادة كبيرة في انتاج البيليروبين يمكن حدوثه في بعض انواع الملاريا ، وهي حالة خلقية تدعى باليرقان ببيلة لاصفراوية (Achohuria Jaundice) . ومريض اليرقان ببيلة لاصفراوية له سوررات عندما تتحطم كريات الدم الحمراء محررة كميات كبيرة من الهيموكلوبين والذي يتحول الى البيليروبين .

والنوع الثاني من اليرقان يحدث عندما يكون الكبد مريضا كالتهاب الكبد الخمجي مثلا (Infective Hepatitis) . وهو خمج حموي . (Virus infection) بسبب اليرقان حيث انه يمنع خلايا الكبد من تحويل البيليروبين من الدم الى قناة الصفراء . اما النوع الثالث من اليرقان فيكون بسبب انسداد قناة الصفراء . والانسداد الصفراوي قد ينتج اما من انحشار حصاة المرارة (شكل ٦١) او بسبب ضغط على قناة الصفراء من سرطانة (Carcinoma) للبنكرياس وللمعالجة هذه الحالة فانه يكون من الضروري ازالة الانسداد الى قناة الصفراء .

واذا لم تعد البيليروبين تصل الى الامعاء، فان لون الفائط سيصبح اصفر باهت (الفائط الصلصالي اللون) (Clay Coloured Stools) وفي مثل هذه الحالات ، فان البيليروبين تبرز في الادراء حيث يكون لونه عند ذلك اكثر دكاته .

فحص فقر الدم

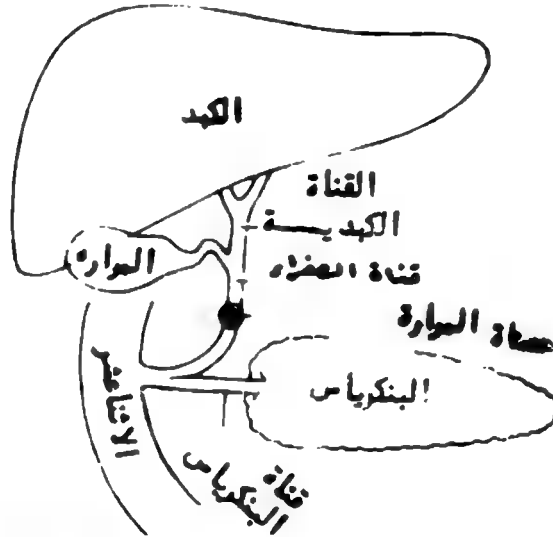
INVESTIGATION OF ANAEMIS

ان فقر الدم بسبب نقص الحديد (فقر دم عوز الحديد) ، يصاحبه

نقص الهيموكلوبين في الكريات الحمراء وفقر الدم بسبب نقص فيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك (فقر الدم كبير الكريات) ، يصاحبه نقص في الكريات الحمراء ، ولكن الكريات الموجودة تكون اكبر من الطبيعية وتحتوي على كمية مناسبة من الهيموكلوبين وللتمييز بين هذين النوعين من فقر الدم فإنه يجري تعداد للكريات الحمراء ، وقياس الهيموكلوبين وتعيين منفصل للدم

١٤) متوسط الحجم الكري (Mean Corpuscular Volume)

يمكن ايجاد معدل حجم الكريات الحمراء وذلك بقسمة حجم الكريات الحمراء في ١٠٠ سم^٣ من الدم بعدد الكريات في ١٠٠ سم^٣ من الدم . ويسمى هذا متوسط الحجم الكري (م.ح.ك)



شكل -٦١- ان ابراز البيلروبين في الاثني عشر قد يحصر في قناة الصفراء بواسطة حصاة المرارة . وهو احد اسباب اليرقان .

$$\frac{\text{منفصل الدم}}{\text{عدد الكريات الحمراء}} = \text{م.ح.ك}$$

وفي الحالات الطبيعية

$$\frac{90}{121} = \frac{45}{51 \times 5000} = 0.00086 \text{ ح.ك.} = 0.86 \text{ سم}^3$$

= 90 مايكرون مكعب

$$\frac{1}{10000} \text{ سم} = \frac{1}{1000} \text{ مم} = \text{حيث ان مايكرون واحد}$$

واذا كان حجم الكريات الحمراء اعلى من الطبيعي ، فانه يدل على ان الكريات الحمراء هي اكبر من الطبيعية (كثرة الكريات الكبيرة) (Macrocytosis)

متوسط الهيموكلوبين الكري

(Mean Corpuscular Haemoglobin)

ان معدل كمية الهيموكلوبين في الكرية الحمراء بعد ذلك يعين بقسمة كمية الهيموكلوبين في 100 سم³ من الدم على عدد الكريات في 100 سم³ من الدم . ويطلق على هذا بمتوسط الهيموكلوبين الكري (م.ه.ك.)

الهيموكلوبين

$$\frac{\text{م.ه.ك.}}{\text{عدد الكريات الحمراء}} =$$

عدد الكريات الحمراء

وفي الحالات الطبيعية

$$\frac{15 \text{ غم} / 100 \text{ سم}^3}{10000}$$

$$= \frac{0.0015 \text{ ح.ك.}}{10000} = 0.00015 \text{ ح.ك.} = 0.15 \text{ سم}^3$$

3.

$$30 \text{ مايكرومايكرودرام} = \frac{30}{121}$$

121.

(توجد 3000 كرية حمراء في المليمتر المكعب الواحد ولكنه يوجد 1000 مرة من هذا العدد (اي 510 x) في كل 100 سم³)

متوسط تركيز الهيموكلوبين الكري

(Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration)

ان لمتوسط الهيموكلوبين الكري عيب هو عدم اعتباره لحجم

الكريات وافضل دلالة لمحتوى الهيموكلوبين في الكريات الحمراء ، يمكن ايجاده بقسمة محتوى الهيموكلوبين بمنفصل الدم . حيث يعطي هذا كمية الهيموكلوبين في حجم معين من الكريات الحمراء ، اي تركيزه . ويطلق عليه بمتوسط تركيز الهيموكلوبين الكريي (م.ت.ه.ك) ويعتبر عنه بنسبة مئوية .

$$\text{م.ت.ه.ك.} = \frac{\text{الهيموكلوبين}}{\text{منفصل الدم}} \times 100\%$$

وفي الحالات الطبيعية

$$\begin{aligned} \text{م.ت.ه.ك.} &= \frac{15}{45} \times 100\% \\ &= 33\% \end{aligned}$$

ويضرب غرامات الهيموكلوبين الموجودة في ١٠٠ سم^٣ من الدم في ١٠٠ وتقسيمها على منفصل الدم فانه يعطي غرامات الهيموكلوبين الموجودة في ١٠٠ سم^٣ من الكريات الحمراء المرصوة ان متوسط تركيز لهيموكلوبين كريي مقداره ٣٣٪ ، يعني بان هناك ٣٣ غراما من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم^٣ من الكريات الحمراء المرصوة . (Packed Red Cells)

ويكون متوسط تركيز الهيموكلوبين الكريي واطنا في حالة فقر دم عوز الحديد (Iron Deficiency Anaemia)

عملية نقل الدم

BLOOD TRANSFUSION

اذا ما اصبح المريض بحالة فقر دم شديد فانه سيكون من المستحيل معالجته بتحسين قوته فقط واطافة الحديد وفيتامين ب ١٢ وحامض الفوليك . اذ قد يكون عند ذلك من اللازم اجراء عملية نقل الدم له . ويؤخذ الدم لغرض عملية نقل الدم تحت ظروف معقمة ، وتضاف اليه السترات الحامضية (Acid Citrate) لمنع تجلته ، وسكر العنب (الكلوكوز) لتغذية الكريات الحمراء . واذا ما اريد استعمال الدم في ماكينة القلب والرئة (Heart - Lung Machine) تضاف اليه في تلك الحالة مادة الهيبارين لمنع تجلته .

لا تعيش الكريات البيضاء لأكثر من ساعات قليلة إذا ما سحب الدم لفرض عملية نقل الدم ولذا فإن عملية نقل دم مخزون لا تستعمل لفرض زيادة عدد الكريات البيضاء في الدورة الدموية .
وأنه من المهم جدا ان لا يحتوي اي وعاء يستعمل في عملية نقل الدم شيئا من الصابون او اي منظف اخر حيث ان هذه المواد تذيب الغلاف الدهني الخارجي لكريات الدم الحمراء وبذلك تحطمها

ويحفظ الدم في درجة حرارة ٥٤م ويجب الحرص على ضمان عدم هبوط درجة الحرارة الى ما تحت درجة الانجماد حيث ان ذلك سيحطمها بسبب تكون البلورات الثلجية .

والتجارب جارية لايجاد طرق لحفظ الدم لمدة غير محدودة وان اضافة الكليسرول (Glycerol) او غروان (Colloid) قابل للنقل مثل هايدروكسي اثيل النشا (Hydroxyethyl Starch) وبوليفينيل بيروليدون (Polyvinyl - Pyrrolidone) يمكن من حفظ الدم منجمدا دون ان تنفجر الكريات بالبلورات الثلجية ويجب استخلاص الكليسرول من الدم بعد ذوبانه

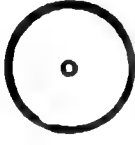



٧ زمر الدم (Blood Groups)

تحتوي الكريات الحمراء في غلافها الخارجي على مادة سكرية تسمى بالليزين (Agglutinogen) . وان نصف الافراد تقريبا (٤٢٪) لديهم ليزين (A) في كل كرية حمراء في جسمهم وهؤلاء الافراد يقال لهم زمرة (A) . ونسبة اقل (٩٪) تحوي ليزين (B) في كرياتهم الحمراء . ويقال لهم زمرة (B) . وان حوالي (٣٪) من الافراد تحوي كرياتهم الحمراء المادتين (A) و (B) ويقال لهم زمرة (AB) . اما باقي الافراد (٦١٪) فليس في كريات دمهم ليزين (A) او (B) ويقال لهم زمرة (O) (شكل ٦٢) .

وخلال السنة الاولى من الحياة فان الاشخاص الذين هم من زمرة (A) تتكون عندهم مادة في البلازما تحطم اية كرية عليها المادة (B) . والطريقة التي يحدث فيها ذلك غير مفهومة بالضبط ، ولكنه من الجائز ان بعض البكتريا التي سبق وان دخلت القناة الهضمية لها مادة سكرية في غلافها الخارجي مشابهة لليزين (B) وان تكون مضاد (B) هو استجابة الجسم (تكون المادة المضادة) للمستضد (B) .

ان زمرة (A) تكون مضاد (B) في البلازما ، وزمرة (B) تكون مضاد (A) في البلازما ، وزمرة (O) تكون مضاد (A) ومضاد (B) في البلازما وان زمرة (AB) فقط هي التي لا تكون اي ملزن (Agglutinin) كما يقال لها ، في البلازما

اذا ما اجتمعت كريات دم حمراء من زمرة (A) مع بلازما تحتوي على مضاد (A) فانها تصبح لزجة وتجمع سوية . وهذا ما يدعى بالتلازن (Agglutnation)

خلايا			
			
% ٤٦	% ٤٢	% ٩	% ٣
بلازما			
ANTI-A ANTI-B --	ANTI-B	ANTI-A	—

شكل - ٦٢ - زمر الدم .

ومن الممكن حدوث التلازن على الاخص في الاوعية الدموية الصغيرة للكلية . وهذا التلازن يوقف عمل الكلية مما يؤدي الى فشلها في انتاج البول . وتسمى الحالة بالزرام (Anuria) ولذا فانه من المهم جدا ان لا يأخذ اي شخص من زمرة (A) دما من زمرة (B) ، ولا يأخذ اي شخص من زمرة (B) دما من زمرة (A)

ان الشخص الذي من زمرة (O) والذي يوجد عنده في البلازما مضاد (A) ومضاد (B) يجب ان لا يأخذ دما من زمرة (A) او من زمرة (B) او من زمرة (AB) بل عليه ان يأخذ دما من نوع زمرة فقط

تجري عمليات نقل الدم على اعتبار ان كل مريض يجب ان يأخذ دما من نوع زمرة . واذا لم يتيسر ذلك الدم من تلك الزمرة فعند ذلك فقط وفي حالات خاصة يمكن استعمال دم من زمرة (O) .









ومن الممكن فحص تلازن الدم خارج الجسم (شكل ٦٣) وذلك باجراء مقارنة متصالبة (Cross Matching) بين الدم الذي سيعطى للمريض وبلازما المريض نفسه للتأكد من ان الكريات التي سوف تعطى للمريض لن تتلازن في الدورة الدموية .

زمرة ريزس

(Rhesus Group)

حتى عام ١٩٤٠ كان نظام زمر (ABO) للدم ، هو النظام الوحيد المهم المعروف، حين اكتشف لاند شتاينر (Landsteiner) (الذي سبق وان اكتشف زمر ABO عام ١٩٠٥) مادة مهمة اخرى هي (D) والتي يجب اخذها بعين الاعتبار ايضا فالمرضى الذين لديهم لزين (D) في كريات دمهم الحمراء يقال لهم ريزس موجب (Rhesus Positive) وان حوالي ٨٥٪ من الافراد هم من هذه الزمرة . اما باقي ال ١٥٪ فليس في كريات دمهم اللزين (D) ، ولذا يقال لهم ريزس سالب (Rhesus Negative) .

مجهول A-م B-م

A		
B		
AB		
O		

شكل ٦٣- تعيين زمرة دم مجهولة . تضاف كمية صغيرة جدا من الدم الى مصل مضاد (A) ومصل مضاد (B) على شريحة زجاجية . وتهز الشريحة الزجاجية ثم يفحص عن التلازن (كما في الاعلى الى اليسار) . ويعطى نمط التلازن زمرة الدم .

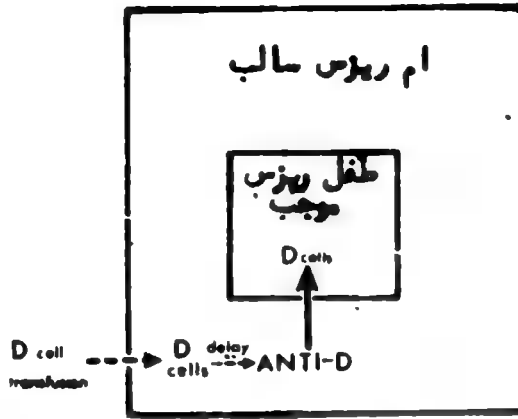
وليس للريزس الموجب ولا للريزس السالب اي مضاد (D) موجود طبيعيا في بلازما دمهم ، ولكن مضاد (D) سيتكون عند شخص من زمرة ريزس سالب اذا ما استلم دم من زمرة ريزس الموجب واذا ما حدث وان استلم مرة مثل هذا الدم فان مضاد (D) المتكون سيظل طوال العمر . وفي كل المناسبات التالية سوف لن يتمكن ذلك الشخص من استلام اي دم من زمرة ريزس الموجب مرة اخرى ، بل عليه ان يستلم دم من نوع زمرة (اي ريزس سالب) . وينطبق هذا فقط على المرضى الذين هم من زمرة ريزس السالب وليس لمرضى زمرة ريزس الموجب اي مضاد (D) في البلازما ، ولا يمكنهم تكوينه ، ولذلك فان بإمكانهم استلام دم من زمرة ريزس السالب او ريزس الموجب .

وبقدر ما يخص الذكور ، فانه ان استلم مريض من زمرة ريزس السالب دم من زمرة ريزس الموجب خطأ فكلما يحدث هو تكون مضاد (D) ولذلك فيجب بعد ذلك حصر نقل الدم اليه بدم من فصيلة ريزس السالب .

اما في حالة الاناث فانه يجب ان لا يسمح لاية امرأة في سن الحمل او اصغر ، لان تكون مضاد (D) اذ ان ذلك قد يمنعها من ولادة طفل حي . والسبب في ذلك هو ان عامل ريزس يكون موروثا من احد الابوين . ولكثير من النساء من زمرة ريزس السالب اطفال من زمرة ريزس الموجب ، لان ازواجهن هم من زمرة ريزس الموجب . ولا يهم ذلك في حد ذاته ، اذ ان دوران الطفل يكون مستقلا عن الام . فله قلبه الخاص به ودمه الخاص به واوعيته الدموية الخاصة به ايضا . وعلى الرغم من ان دم الطفل يقترب من دم الام في السخذ (Placenta) ، فان كريات الطفل في الظروف الطبيعية لا تدخل دورة الام الدموية . ولذا فانه ليس بالغريب نسبيا ان تكون اما من زمرة ريزس السالب تحمل داخل رحمها طفلا من زمرة ريزس الموجب .

واذا ما كونت الام في اية فترة من حياتها مضاد (D) ، فان مضاد (D) هذا سيتمكن من المرور عبر حاجز السخذ ويدخل دورة الطفل الدموية حيث يحطم كريات الطفل (شكل ٦٤) . وعندما يحدث مثل هذا ، فان الطريقة الوحيدة المعروفة حاليا لاتقاذ حياة الطفل ، هو استبدال الدم وتحويل دم الطفل مؤقتا من ريزس موجب الى ريزس سالب . ولا يتأثر دم ريزس السالب بمضاد (D) وعلى الرغم من ان دم الطفل سيعود بعد اسابيع قليلة الى زمرة السابقة (اي ريزس موجب) ، الا ان حياته تكون قد اتقلت .

ويمكن استبدال الدم داخل الرحم ولو ان الشائع هو استبداله



شكل - ٦٤ - اذا ما دخلت خلايا (D) (ريزس موجب) الدورة الدموية لامرأة من زمرة ريزس سالب ، فانه سيتكون مضاد (D) بعد فترة . وسيعبر مضاد (D) الحاجز السخدي في العمل اللاحق ويحطم خلايا الجنين اذا كانت هذه من زمرة ريزس موجب . ولن يكون لمضاد (D) اي تأثير اذا كان الجنين من زمرة ريزس سالب .

عند ولادة الطفل راسا . واذا لم يكن استبدال الدم داخل الرحم ممكنا ، فان الطفل قد يموت ويحصل الاجهاض للام .

تكون بعض الامهات مضاد (D) بعد الحمل الاول او بعد حمل عدة مرات باطفال من زمرة ريزس الموجب ، على الرغم من عدم اخذهن لدم من فصيلة ريزس الموجب اما كيفية حدوث ذلك في مثل هذه الحالة ، فهو ان الضرر الذي قد يحصل للسخذ يؤدي الى مرور بعضا من دم الطفل (الذي هو ريزس موجب) خلالها الى دورة الام الدموية والذي يعمل كما لو استبدل دم الام باخر من زمرة مفلوطة . فتكون الام بعد ذلك مضاد (D) ومن المحتمل ان يحدث هذا اثناء ولادة الطفل عندما ينفصل السخذ عن الام تاركا وراءه منطقة عارية فالسخذ يحتوي على دم الطفل الذي هو من زمرة ريزس الموجب وبعضا من هذا الدم قد يدخل الى دورة الام الدموية في هذا الوقت .

لقد اظهرت التجارب السريرية بان هذا التمنيع المتساوي (Iso - immunization) للنساء من زمرة ريزس السالب يمكن منعه باستعمال حقن كاما. كلوبيولين مضاد (D) بعد الولادة بفترة قصيرة (Anti-D gamma Globulin)

الصفائح

PLATELETS

للصفائح وظيفتان رئيستان في الجسم فهي تستطيع ان تتجمع سوية لتسد الثغرات الصغيرة في الاوعية الدموية وهذا ما يطلق عليه بسدادة الصفائح (Platelets Plug) حيث تلعب دورا مهما في وقف النزف البسيط كالذي يحدث من جراء وخزة دبوس . اما عند حدوث نزف اشد او اصابة بالغة ، فان الدم يتجلط عندئذ .

ان تجلط الدم تغيير يحصل في البلازما . وليست للكريات الحمراء او البيضاء اي دور في تكوين جلطة الدم على الرغم من انها قد تنحصر في الجلطة عند تكونها . والمرحلة الاولى في تجلط الدم يحدث عندما تحطم الصفائح او عندما تتضرر الانسجة . وفي كلتا الحالتين فانه تتكون مادة تسمى الثرومبوبلاستين (Thromboplastin) او حرك الخثرين (Thrombokinas) وعند تكون الثرومبوبلاستين فانها تحول مادة موجودة في البلازما هي سابق الخثرين (Prothrombin) الى الخثرين (Thrombin) .

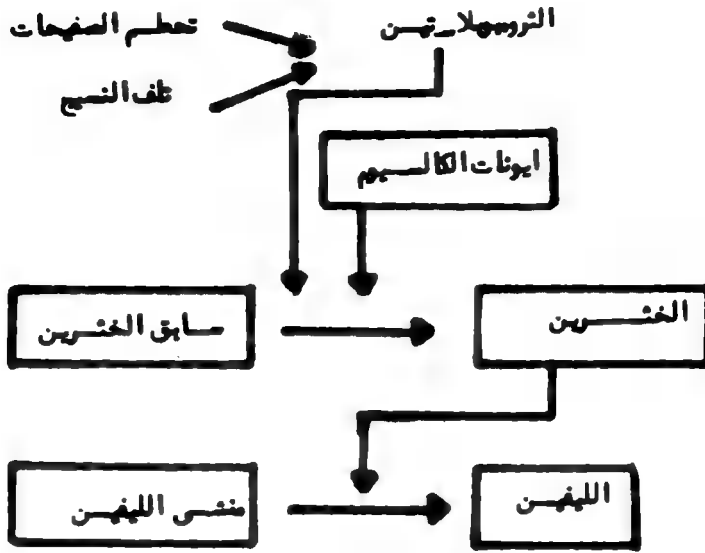
ويحدث هذا التحول فقط عند وجود ايونات الكالسيوم في الدم وعند تكون الخثرين فانها تؤثر في مادة اخرى موجودة في البلازما هي منشئ الليفين (Fibrinogen) وتحولها الى الليفين (Fibrin) ان تكون الليفين هو الذي يؤدي الى حصول الجلطة (شكل ٦٥) .

وتكون الجلطة عند بداية تكوينها ناعمة وجراجة ، لكنها تنقلص بعد فترة قصيرة وتنضج سائلا بلون القش يسمى المصل (Serum) .

اذا منع الدم من التجلط ، فانه ينفصل الى الخلايا والبلازما ، بينما اذا سمح له بالتجلط ، فانه ينفصل الى الجلطة زائدا المصل . ان المصل والبلازما متشابهان جدا . والفرق الوحيد بينهما هو ان المصل قد فقد عاملي التجلط سابق الخثرين والخثرين الموجودين في البلازما .

ان مرضى الناعسور (Haemophilia) او مرض كريستماس (Christsmas Disease) غير قادرين على تكوين الثرومبوبلاستين (حرك الخثرين) حتى عند تحطم صفيحاتهم . ويعود ذلك لنقص وراثي في مواد البلازما الضرورية لتكوين الثرومبوبلاستين . وهذه العوامل المفقودة تعرف بعامل كلويولين ضد الناعور (او عامل ٨) وعامل كريستماس (عامل ٩) .

ويمكن منع تجلط الدم بعدة طرق . والطريقة المتبعة عند اخذ الدم



شكل ٦٥- يتجلط الدم عند تكون الثرومبوبلاستين نتيجة تخثر الصفائح او اذى في النسيج .

لعملية نقل الدم ، هو ازالة ايونات الكالسيوم باضافة السترات الحامضية الى الدم . وهذه تزيل ايونات الكالسيوم على شكل سترات الصوديوم الكالسيوم . وعندها فان الدم لن يتجلط بعد ذلك على الرغم من تكون الثرومبوبلاستين ، حيث ان الثرومبوبلاستين سيكون غير قادر على تحويل سابق الخثرين الى الخثرين

وطريقة اخرى لمنع تجلط الدم هو باستعمال الهيبارين ، والتي هي مادة موجودة طبيعيا وتكونها الخلايا البدينة (Mast Cells) . وتوجد هذه الخلايا مبطنة لبعض الاوعية الدموية في الجسم . ويمنع الهيبارين تحول سابق الخثرين الى الخثرين ، ويمنع تحول منشئ الليفين الى الليفين

واذا ما حدث التجلط في احد الاوعية الدموية في الجسم فان هذا التجلط يسمى بالخثرة (Thrombus) مسببا حالة الخثار (Thrombosis) . ولمثل هذا الخثار عواقب وخيمة اذا ما حدث في الاوعية الدموية للقلب (خثار الاكليلي) وفي الاوعية الدموية للدماغ (خثار المخ) . واذا ما حدثت الخثرة في وريد ، كأحد اوردة الساقين فانها تنفصل وتصبح طليقة وتسمى بالصمة (Embolus) فان الصمة التي تنشأ في

احد اوردة الساقين ستستقر اخيرا في الاوعية الدموية للرئتين مسببة صمة رئوية (Pulmonary Embolism) .

ان مضادات التخثر الفمية كاحد مشتقات الدايكومارول (Dicoumarol) تخفض من مستوى سابق خثرين الدم بتنشيط تكوينه في الكبد . وهذا ما يزيد في وقت تجلط الدم (Clotting Time) ويقلل من احتمال تكون خثرة داخل الاوعية الدموية

البلازما PLASMA

البلازما هو السائل الذي يكون بلون القش حيث تتعلق به الخلايا . ويتكون من محلول مائي لبروتينات البلازما وشواردها مضافا اليه كل المواد المنقولة بواسطة الدم .

تقسم بروتينات البلازما الى اح (Albumin) البلازما وكلوبولين البلازما . وجزيئات الكلوبولين اكبر من جزيئات الاح . وينقسم الكلوبولين الى اجزاء حسب حجم الجزيئات . ويطلق على كل جزء منه احد الحروف الابجدية الاغريقية . ولذلك فهذه الاجزاء من الكلوبولين هي الفا (Alpha) وبيتا (Beta) وكاما (Gemma) كلوبولين على التوالي .

ان كل ١٠٠ سم^٣ من البلازما تحتوي على ٥ غم من الاح . وحوالي ٢٧ غم من الكلوبولين . وبروتينات البلازما هذه تتكون اساسا في الكبد ، على الرغم من ان بعض انواع الكلوبولين يتكون في الخلايا اللمفية والنسيج اللمفاوي .

وعند تعرض الكبد ، ينخفض تكوين الاح مما قد يسبب زيادة كمية الكلوبولين على كمية الاح في البلازما .

ان الشوارد الرئيسة في البلازما هي كلوريد الصوديوم وبيكاربونات الصوديوم وان ببيكاربونات الصوديوم مهمة جدا لحفظ الدم في حالة قلبية قليلا . ويوجد كلوريد الصوديوم في البلازما الى حد ٩ غم في كل ١٠٠ سم^٣ . ويطلق على محلول يحوى هذا المقدار من كلوريد الصوديوم بالمحلول الملحي الطبيعى او متساوى التوتر Saline او الفسلجى ، حيث ان له نفس قوة شوارد الدم . ومثل هذا المحلول ان كان معقما ، يمكن زرعه في اوردة المريض ، بينما الماء المقطر النقي يحطم الكريسات الحمراء بعملية حل الدم (Haemolysis) ذلك لان كريات الدم الحمراء تحتوي على محلول ملحي قوي لاملاح البوتاسيوم ، فان وضعت في ماء مقطر ، فانها تمتص الماء بعملية التناضح (Osmosis) .

وظائف بروتينات البلازما :

- لبروتينات البلازما عدة وظائف
- ١ - فهي تعمل كاحتياطي بروتيني للجسم ، حيث يمكن استعمالها لتجهيز بروتين الجسم في حالة السغب (Starvation) .
 - ٢ - انها تمارس ضغطا تناضحيا مقداره ٢٥ ملم زئبق والذي كيا سنرى في البحث القادم ، يلعب دورا مهما في تكوين واعادة امتصاص سوائل الأنسجة .
 - ٣ - لها اهمية في نقل بعض الهورمونات والمواد الاخرى في الجسم ، على الاخص تلك التي لا يمكن ان تكون مذابة بغيرها . وكمثال على مثل هذا النقل هو حركة البيلروبين من جهاز البطانة الشبكية (Reticulo-endothelial System) الى الكبد ، حيث تنقل متحدة مع بروتين البلازما .
 - ٤ - ان بروتينات البلازما تزيد من لزوجة الدم وهذا ما يمكن من اكتساب ضغط الدم .
 - ٥ - لها القدرة ايضا على معادلة الحوامض والقلويات معا ، اي انها تعمل كداريء ... (Buffer) .
 - ٦ - ان الاجسام المضادة الدائرة توجد اساسا في جزء كاما كلوبولين من البلازما .

الطحال

SPLEEN

ان الطحال في الانسان ليس مهما للحياة ، فقد يمكن رفعه دونما اثار ضارة .

وفي الحيوانات ، يعمل الطحال كمخزن لكريات الدم الحمراء واثناء الفعالية المضلية او بعد النزف ، فان هذه الكريات تطرح للدم اما في الانسان فان الطحال صغير جدا ، لذا فان ما يطرحه من كريات حمراء ليس لها اثر مهم في مجموع الكريات الحمراء في الجسم ان الطحال هو موضع تحطم كريات الدم الحمراء وموضع تكوين الخلايا اللمفية . فهو جزء من جهاز البطانة الشبكية ، وهو يزيل الجزيئات الغريبة بضمنها الكريات الحمراء المتحطمة من الدورة الدموية . ويتضخم الطحال بصورة هائلة في حالة مرض الملاريا وقد يعلء جزءا كبيرا من التجويف البطني .

والطحال هو موضع تحطم الصفائح وزيادة فعالية الطحال (فرط الطحالية) (Hypersplenism) قد تؤدي الى قلة الصفائح والتي يصاحبها نزف تلقائي من الشمريرات (فرغرية) (Purpura) وتحسن مثل هذه الحالة عند رفع الطحال

٧ - السائل النسيجي واللف TISSUE FLUID AND LYMPH

تكوين السائل النسيجي THE FORMATION OF TISSUE FLUID

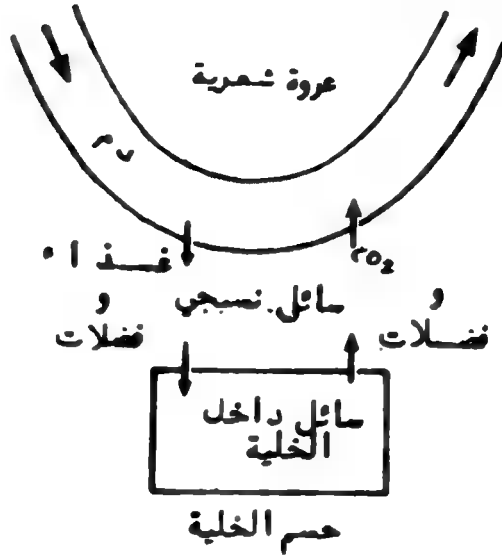
ان الدم الجاري خلال الاوعية الدموية لا يكون في تماس مع اي من خلايا الجسم فهو يبقى في الاوعية الدموية ، واقرب وعاء دموي الى خلية في الجسم هي الشعيرة عادة . وتمتلئ المسافة بين الشعيرة والخلية بالسائل النسيجي (شكل ٦٦) . وعلى الفداء والاكسجين ان ينتشرا خلال السائل النسيجي من الشعيرة الى الخلية . وتنتشر الفضلات باتجاه عكسي من الخلية الى الشعيرة من خلال السائل النسيجي .

الانتشار (Diffusion)

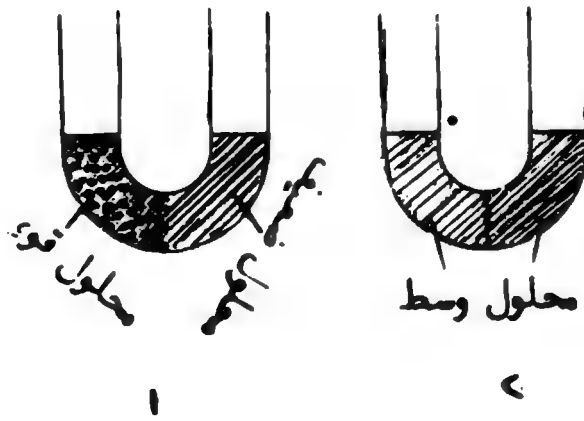
اذا ما فصل غشاء محلولاً قوياً عن آخر ضعيفاً (شكل ٦٧ (١)) ، فان المادة المذابة ستنتقل من المحلول القوي الى الآخر الضعيف حتى تساوى قوة المحلولين (شكل ٦٧ (٢)) . وهذه الحركة للمادة المذابة من محلول قوي الى محلول ضعيف تسمى بالانتشار

التناضح (Osmosis)

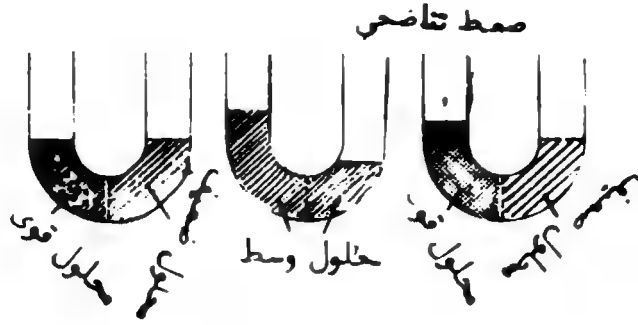
واذا ما فصل غشاء محلولاً قوياً عن آخر ضعيفاً لكن الغشاء لا يسمح لجزيئات المذاب بالمرور من خلاله (شكل ٦٨ (١)) ، فان الماء سيتحرك في الاتجاه المضاد حتى تساوى قوة المحلولين (شكل ٦٨ (٢)) . ان هذه الحركة للماء من المحلول الضعيف الى المحلول القوي تسمى بالتناضح ويمكن منع حركة الماء هذه بتسليط ضغط مائي على المحلول القوي (شكل ٦٨ (٣)) ان الضغط المطلوب لمنع المحلول القوي من امتصاص الماء من المحلول الضعيف هو الضغط التناضحي (Osmotic Pressure) ويقاس بميليمترات الزئبق . وتسلك الشعيرات سلوك هذا الغشاء فيما يخص بروتينات البلازما . فالشعيرات نفوذة (Permeable) للماء ولكنها غير نفوذة (impermeable) لبروتينات البلازما . وهذه الحقيقة مهمة في تكوين السائل النسيجي .



شكل ٦٦- ان الغذاء والاكسجين ينتشران من الدم خلال السائل النسيجي الى خلايا الجسم . اما ثاني اوكسيد الكربون والفضلات فتنتشر في الاتجاه العاكس من خلايا الجسم الى السائل النسيجي ومن ثم الى الدم .



شكل ٦٧- الانتشار .



شكل ٦٨- التناضح .

السائل خارج الخلية

EXTRACELLULAR FLUID

يكون الماء ٧٠٪ من وزن الجسم ، وان شخصا وزنه ٧٠ كغم يحتوي جسمه على حوالي ٤٥ لترا من الماء . ان ٣٠ لترا من هذا الماء يوجد داخل الخلايا ويسمى بالسائل داخل الخلية (**Intracellular Fluid**) .
واملاح السائل داخل الخلية بالدرجة الاولى هي املاح البوتاسيوم والمغنيسيوم .

ويسمى السائل الذي يكون خارج الخلايا والبالغ مقداره ١٥ لترا بالسائل خارج الخلية ، وشوارد (**Electrolytes**) هذا السائل بالدرجة الاولى هي املاح الصوديوم . ان كميات الصوديوم الموجودة داخل خلايا الجسم قليلة جدا بسبب وجود مضخة الصوديوم في الخلايا، حيث تضخ الصوديوم ، المنتشر الى داخلها ، خارجا . ينقسم السائل خارج الخلية الى السائل خارج الخلية للدم والذي يعرف بالبلازما ، ثم السائل خارج الخلية للجسم والذي يعرف بالسائل الخلالي (**Interstitial Fluid**) . ويشار الى السائل الخلالي ايضا بالسائل النسيجي ، وهذا الاصطلاح الاخير هو الذي سنستعمله هنا .

تكوين السائل النسيجي واعادة الامتصاص

لقد رأينا ان ضغط الدم يهبط الى ٣٢ ملم زئبق في الوقت الذي يصل فيه الى الشعرية (شكل ٤٩) . ثم يهبط اكثر الى ١٢ ملم زئبق عندما يمر الدم من خلاله .

يكون غشاء الشعرية نفوذا للماء ، وان ضغط الدم في الشعرية يميل

الى دفع الماء خارجا من خلال جداره الى المسافات النسيجية ، مسببا بذلك تكوين السائل النسيجي . ولا يحتوي السائل النسيجي فعليا على بروتينات البلازما ، وان وجود بروتينات البلازما في الدم تسبب ضغطا تناضحيا يمتص به الماء داخلا من المسافات النسيجية . ومقدار قوة الامتصاص هذه هي ٢٥ ملم زئبق (وتساوي نفس القوة عندما نشرب من خلال انبوبة ورقية) . وقوة الامتصاص التناضحي هذه هي في عكس ضغط دم الشعيرة . فالضغط يدفع الماء خارجا بينما قوة السحب التناضحي تمتص الماء داخلا

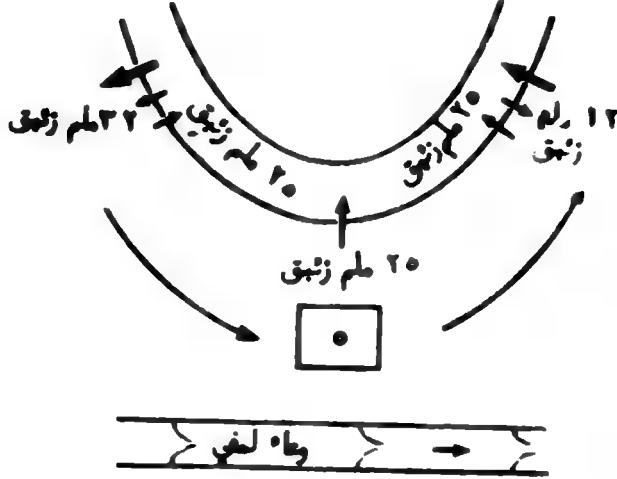
وفي النهاية الشريانية للشعيرة ، فان الضغط الذي يدفع السائل خارجا ومقداره ٣٢ ملم زئبق ، هو اكثر من الضغط التناضحي البالغ ٢٥ ملم زئبق والذي يمتص به السائل الى الداخل (شكل ٦٩) . ونتيجة لذلك فان كمية السائل المتكونة هي اكثر من الكمية المعاد امتصاصها ، والنتيجة النهائية هو تكوين السائل النسيجي في هذا الجزء من الشعيرة . وفي النهاية الوريدية للشعيرة . فان قوة الامتصاص التناضحي تكون اكبر من ضغط دم الشعيرة ، وتكون النتيجة النهائية في هذه المنطقة عودة السائل النسيجي الى الشعيرة

وفي الاحوال الطبيعية فان هناك توازن بين تكوين السائل النسيجي واعادة امتصاصه . وفي كل الاحوال فان اعادة امتصاص السائل النسيجي يعتمد على المسافات النسيجية المتبقية خالية من بروتين البلازما ، حيث ان قوة الامتصاص التناضحي ستزول اذا ما سمح للبروتينات بالتجمع في السائل النسيجي . وعلى الرغم من ان غشاء الشعيرة يمكن اعتباره غير نفوذ للبروتين ، الا ان كمية قليلة من البروتين تتسرب خارجا من الشعيرات بمرور الوقت . وبزوال هذا البروتين بواسطة منظومة من الاوعية الممتدة خلال المسافات النسيجية تعرف بالاوعية اللمفية . وتلتقط هذه الاوعية بروتين البلازما لتنقله الى تجويفها . وللوعية اللمفية صمامات ، وكما في الاوردة فان تقلصها المضلي يسبب جريان اللف خلال هذه الاوعية (شكل ٧٠) . واخيرا فانه يطرح في الاوردة الكبيرة في منطقة الرقبة .

السائل النسيجي واسترداد حجم البلازما بعد النزف

اذا كان مقدار النزف كافيا لاجداث هبوط في الضغط الدموي الشرياني فان الضغط الدموي في الشعيرات سيهبط هو ايضا وسيكون الضغط الدموي الشرياني في هذا الوقت اوطأ في النهايتين الشريانية والوريدية للشعيرة . ولذلك فان اعادة امتصاص السائل

النسيجي الان سيزيد على تكوينه والنتيجة النهائية هي ان السائل سينتقل من المسافات النسيجية الى الدم محاولا بذلك استرداد حجم البلازما .



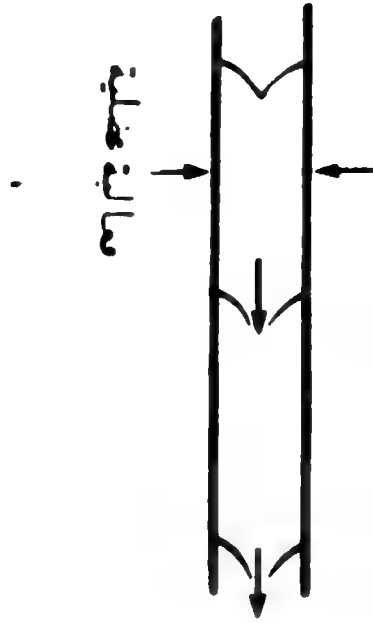
شكل ٦٩- تكون واعادة امتصاص السائل النسيجي . ان وجود بروتينات البلازما في الشعيرات الدموية وانصافها في السائل النسيجي ، يعطي قوة سحب مقدارها ٢٥ ملم زئبق والتي تزيد على الضغط الدموي في النهاية الشعيرية الوريدية فتعيد بذلك السائل الى الدورة الدموية . واية كمية من بروتينات البلازما التي تتسرب من الشعيرة الى المسافات النسيجية تؤخذ بواسطة الاوعية اللمفية .

وحتى اذا ما حفظ الضغط الدموي بعد النزف قريبا من مستواه السابق بواسطة مستقبلات الضغط ، فان استرداد السائل الى الدم سيستمر من المسافات النسيجية وسيحصل تضيق شديد في الشريان. مما يزيد من انخفاض الضغط خلال هذه الاوعية ولذلك فان الضغط الدموي للشعيرة سينخفض ويزداد اعادة امتصاص السائل النسيجي على انتاجه

الغزب

OEDEMA

تسمى الكمية الكبيرة من السائل النسيجي بالغزب . ويحدث عندما تكون سرعة تكوين السائل النسيجي اكثر من سرعة اعادة الامتصاص .



الى المقدمات للمعدة
والاوردة الكبيرة

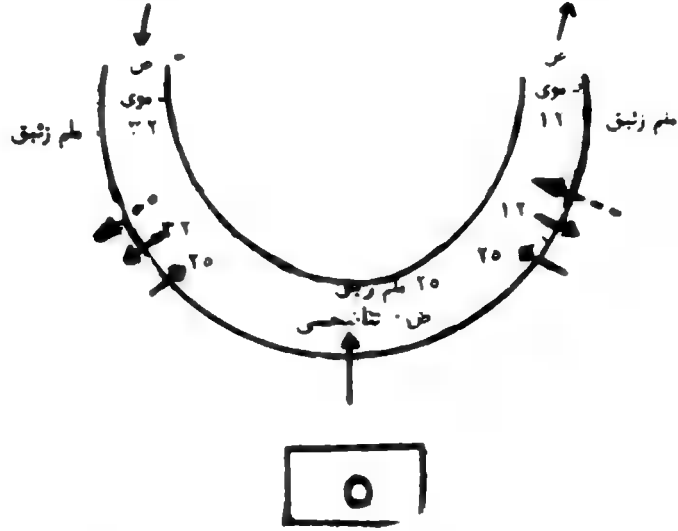
شكل - ٧٠ - الاوعية اللمفية . تحتوي الاوعية اللمفية على صمامات وان تعالّب تقلص وانقباض العضلات المحيطة بها ، يدفع باللف خلال الاوعية اللمفية .

وبالرجوع الى (شكل ٦٩) ، فاننا نرى ان اعادة الامتصاص تعتمد على الضغط التناضحي لبروتينات البلازما وفي الحالة الطبيعية فانه توجد ٧ غرامات من بروتينات البلازما في كل ١٠٠ سم ٣ من البلازما ، وهذه الكمية من البروتين ضرورية لكي تعطي قوة امتصاص تناضحي مقداره ٢٥ ملم زئبق (شكل ٧١)

نقص بروتين البلازما :-

ان نقص بروتينات البلازما قد يحدث في عدد من الحالات السريرية . فقد يكون النقص بسبب عدم كفاية اخذ غذاء البروتين ، او بسبب نقص تكوين بروتينات البلازما او بسبب فقدان كميات كبيرة منها وعلى هذا فان الخبز الناتج من نقص بروتينات البلازما ، قد يحدث في حالات السغب وسوء التغذية (قصور في الاخذ) او مرض الكبد (قصور في الانتاج)

حيث ان بروتينات البلازما تتكون اساسا في الكبد او التهاب الكلية (مرض الكلية) وعلى الاخص في متلازمة كلاني (Nephrotic Syndrome) حيث يكون هناك فقد كبير للبروتين في البول (بيلة آحبة) (Albuminuria) وجميع هذه الحالات السريية الثلاثة تكون مصاحبة بالسفب



شكل -٧١- يتم اعادة امتصاص السائل النسيجي فقط في النهاية الشعيرية الوريدية اذا ما كان الضغط الوريدي اقل من الضغط التناضحي لبروتينات البلازما (٢٥ ملم زئبق) .

ويجب الملاحظة (شكل ٧١) بان اعادة امتصاص السائل النسيجي يحدث فقط اذا ما كان ضغط الدم في النهاية الوريدية للشعيرية اقل من الضغط التناضحي لبروتينات البلازما ويكون هذا بالطبع لان ضغط الدم الشعيري هو ١٢ ملم زئبق في هذه النقطة بينما تكون قوة الامتصاص التناضحي ٢٥ ملم زئبق ان هذا الضغط الدموي البالغ ١٢ ملم زئبق هو الضغط المتيسر لضخ الدم كي يعود الى الجانب الايمن من القلب عن طريق الاوردة ويكون هذا الضغط كافيا شريطة عدم وجود انسداد وريدي ، وعلى ان يكون الضغط داخل الاذين الايمن مساويا للضغط الجوي اي صفر ملم زئبق

الضغط الوريدي العالي :

اذا حدث انسداد وريدي او كان المريض في حالة قصور القلب الاحتقاني (Congestive Heart Failure) مع ضغط دموي

ويريدي عال في الاوردة الكبيرة والاذين الايمن ، فان الضغط في النهاية الوريدية للشعريه سيكون اكثر من ١٢ ملم زئبق . واذا ما ازداد عن ٢٥ ملم زئبق فلن تكون هناك اي اعادة امتصاص للسائل النسيجي ويتكون الخرب .

الخثار الوريدي :

ان ربطة اللقافة المحكمة جدا او قالب الجبس اللدان يؤديان الى انسداد الاوردة سيسببان الخرب في المنطقة البعيدة من الانسداد . وقد تتورم ساقي الامراة الحامل نتيجة زيادة ضغط الطفل في الرحم على الاوردة العائدة بالدم من الساقين . ويتكون عند مرضى قصور القلب الاحتقاني خرب ضخم بسبب الزيادة الكبيرة في ضغط الدم الشعري الناتج عن الزيادة الكبيرة جدا في ضغط الجانب الايمن من القلب .

زيادة نفوذية الشعريات :

ويحدث الخرب اذا ما اصبحت الشعريات نفوذة الى بروتينات البلازما حيث تتسرب هذه البروتينات الى المسافات النسيجية . وفي حالة قصور القلب الاحتقاني فانه اضافة الى الضغط الوريدي العالي توجد هناك لاوكسية ركودية (نقص اوكسجيني) عامسة تسبب تلف الشعريات فتصبح عندئذ نفوذة للبروتين . ويحدث التلف الشعري الموضعي بعد تحرير الهستامين في الاستجابة الثلاثية . والجبار المصاحب لهذه الاستجابة هو شكل موضعي للخرب

ويشاهد الخرب بسبب التلف الشعري في المناطق المتضررة كالتواء الكاحل او الكدمات الخ . حيث يسبب الخرب الموضعي التورم . ومن الممكن منع زيادة التورم بالشد المحكم حيث يمنع من تكوين كمية اكبر من السائل النسيجي . ان قرصة الحشرات كالبعوض والبرغش والذباب تسبب تلفا شعريا ، والمنطقة المرتفعة حول القرصة تكون بسبب الخرب الموضعي .

حصر الاوعية اللمفية

ويحدث الخرب ايضا اذا ما كان هنالك حصر في الاوعية اللمفية ، او انها كانت مزالة جراحيا او لكونها غير موجودة خلقيا (خرب الساقين اللمفي) . ان دودة الفيلاريا (*Filaria*) هي طفيلي تعيش في الاوعية اللمفية . وغالبا ما يصاحب الاصابة بالفيلاريا خرب ضخم في طرف او جزء من الجسم وقد ينشأ خرب في الذراع بعد عملية قطع الشدين الجذري والتي تشمل ازالة الاوعية اللمفية

الخزب بسبب احتباس الصوديوم :

سنرى فيما بعد بان خزبا عاما قد يحدث عند مرضى احتباس الصوديوم بسبب زيادة هورمونات قشرة الكظر (Adrenal Cortex Hormones) اذ يحتبس كلوريد الصوديوم في الجسم كمحلول مائي بنسبة ٩٠ غم كلوريد الصوديوم في ١٠٠ سم ٣ من الماء والذي له نفس الضغط التناضحي للكريات الحمراء

مواقع الخزب :

بسبب جاذبية الارض فان سائل الخزب يميل دوما لان يتكون في الاجزاء التابعة من الجسم ففي وضع الوقوف ، يتجمع في الكاحلين والساقين . وعندما يكون المريض في الفراش ، فان اوطأ اجزاء الجسم هي المنطقة القطنية السفلى ، ولذا فغالبا ما يكون الخزب هنا واحتمال ظهور الخزب في الوجه عند المريض المستلقي اكثر مما لو كان جالسا او واقفا

الخزب الرئوي :

ان الضغط الدموي للشريان الرئوي في الرئتين يكون عادة واطنا (٨/٢٥ ملم زئبق) لدرجة ان ضغط جميع الاوعية الدموية الرئوية بضمنها الشعريات الرئوية يكون اقل من قوة الامتصاص التناضحي لبروتينات البلازما . ولذلك فان السوائل النسيجية لا تتكون عادة في الرئتين . وان اي حالة يزداد فيها الضغط داخل الاذين الايسر والاوردة الرئوية فان هذه الزيادة في الضغط ستنتقل الى الشعريات الرئوية والشريان الرئوي . ويزداد الضغط في الشعريات الرئوية الى حد يتكون معه السائل النسيجي مسببا الخزب الرئوي . وحيث انه لا توجد الا مسافات نسيجية محدودة جدا في الرئتين فان هذا السائل النسيجي سيدخل الاكياس الهوائية (Alveolar air sacs) مسببا البهر (Dyspnoea) (صعوبة في التنفس) حيث ينقطع تنفس المريض وتسمى هذه الحالة بالربو القلبي (Cardiac Asthma) ويجد المريض بان تنفسه يكون اسهل عليه في وضعية الجلوس . وان الضغط الدموي في الاجزاء العليا من الرئتين في هذه الوضعية يكون اقل مما هو عليه في باقي اجزاء الرئتين وقد يكون واطنا لدرجة تسمح للتنفس الاعتيادي بالاستمرار بينما تتجمع سوائل الخزب في قاعدتي الرئتين

قصور القلب والخزب

عندما يكون القلب غير قادر على تحويل الدم من الجانب الوريدي الى الجانب الشرياني فان الحالة يطلق عليها قصور القلب .

قصور الجانب الايسر :

ان قصور البطين الايسر قد ينشأ نتيجة فرط التوتر او مرض الشريان الاكليلي او مرض الصمام الابهر .

ففي قصور البطين الايسر فان الدم لا ينتقل بكفاية من الاوردة الرئوية الى الابهر من خلال الجانب الايسر للقلب . وبذلك تحصل زيادة في الضغط داخل الاوردة الرئوية وينتقل هذا الضغط بواسطة الرئتين الى الشريان الرئوي .

وسيكون الضغط الدموي الشعري اعلى من الطبيعي واذا ما ارتفع الى اكثر من ٢٥ ملم زئبق فانه يتكون عندئذ السائل النسيجي في الرئتين مسببا الخرب الرئوي . ويتداخل هذا مع تبادل الغازات وتصبح الرئتين اكثر صلابة .

ان قصور البطين الايسر يؤدي الى البهر والذي يكون على اشده عند وضع الاستلقاء وسيكون في هذه الوضعية دم كثير في الرئتين ، ولكن المريض لا يستطيع التنفس بسهولة الا وهو في وضع الجلوس . ويطلق على هذه الحالة بهر الرقود (Orthopnoea) .

وفي وضع الجلوس فان السائل النسيجي يتجمع في قاعدة الرئتين . ويكون التنفس وتبادل الغازات ممكنا في قمتي الرئتين والاجزاء العليا منهما .

قصور الجانب الايمن :

اذا ما قصر البطين الايمن في نقل الدم بصورة كافية من الاوردة الكبيرة من خلاله الى الشريان الرئوي فان الحالة تسمى قصور البطين الايمن وقد يكون هذا نتيجة تضيق في الصمام التاجي او فرط التوتر الرئوي او بعد صمة استقرت في الشريان الرئوي (انصمام رئوي)

ان قصور الجانب الايمن للقلب يؤدي الى زيادة الضغط في الاوردة الكبيرة ، ونتيجة لذلك فان اوردة العنق تصبح متمددة بالدم .

وعادة فان جميع الاوردة التي فوق الزاوية القصية تنكمش بسبب كون الضغط داخل الاوردة اقل من الضغط الجوي . ولذا فانه في وضعيتي الجلوس والوقوف فان اوردة العنق لا تكون عادة مرئية . ولكنه في حالة قصور البطين الايمن ، فان الضغط يرتفع الى الحد الذي تتمدد معه اوردة العنق عند الجلوس او الوقوف

ان ارتفاع عمود الدم في الاوردة فوق الزاوية القصية يعطي مقياسا لزيادة الضغط الموجود على الجانب الوريدي المؤدي الى القلب الايمن

ان ازدياد الضغط الوريدي والذي ينقل خلفا الى شعريات الدورة الدموية النظامية من خلال الاوردة سيؤدي الى خرب عام

كلوريد الصوديوم واحتباس الماء في قصور القلب :

في كلي نوعي قصور القلب فان البطينين يقصران في ادامة طرح كافي وكنتيجة لذلك تكون هناك حالة لا اوكسية ركودية

ان تأثير ضعف جريان الدم الى الكلتيين يؤدي الى تحرر الرينين (Renin) وتكوين الانكيوتنسين (Angiotensin) الذي ينبه قشرة الكظر لتحرر الالدوستيرون (Aldosteron)

وكنتيجة لذلك يكون هنالك احتباس لكلوريد الصوديوم والماء . وينقص حجم البول وتكون كثافته النوعية وقد يحتوي على الاح .

ان ازدياد حجم الدم الناتج من احتباس ريد الصوديوم والماء يسبب زيادة اخرى في الضغط الوريدي والتي تزيد من سوء قصور القلب . ومن المهم ان تقطع هذه الحلقة المفرغة بتقليص ح الدم. ويمكن الوصول الى ذلك بالفصد (Venesection) او بواسطة جيلات (Diuretics) ومن الممكن استعمال الديجيتال (Digitalis) لزيادة فعالية القلب

وعليه فان قصور القلب يصاحبه طرح ركودية وزيادة في حجم الدم مع احتباس الصود . وللمحد من احتباس الصوديوم نستخدم قوتا خاليا من الملح

٨ - التنفس

RESPIRATION

للتنفس وظائف رئيسة ثلاث :-

- ١ - اخذ الاوكسجين
- ٢ - اخراج ثاني اكسيد الكربون
- ٣ - تنظيم ب ه الدم

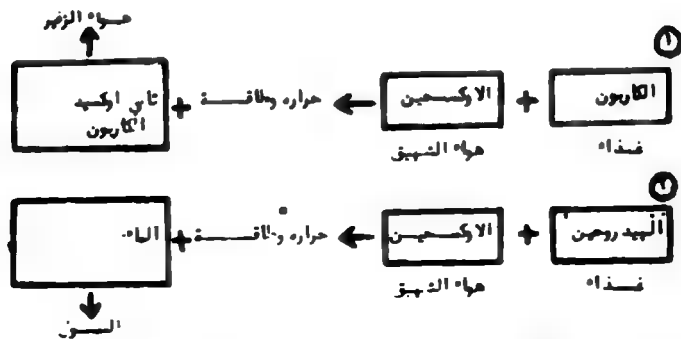
الحاجة الى الاوكسجين :

تنتج الحرارة والطاقة في الجسم من اكسدة الكربون والهيدروجين في الغذاء . ويأتي الاوكسجين المطلوب من هواء الشهيق

ان تحويل الغذاء الى حرارة وطاقة في خلايا الجسم ين . بعدد من المراحل . وتسمى العملية بأكملها بالايض (**Metabolism**) وهي عملية معقدة ، ولكن التغيرات الكلية ، هي ان ذرات الكربون من الغذاء تتحد مع ذرات اوكسجين الهواء محررة الحرارة والطاقة ومكونة ثاني اكسيد الكربون كناتج فضلة . اضافة لذلك فان ذرات الهيدروجين من الغذاء تتحد مع ذرات اوكسجين الهواء محررة كمية اخرى من الحرارة والطاقة وتكوين ثاني اكسيد الكربون كناتج فضلة (شكل ٧٢)

يبرز ثاني اكسيد الكربون في هواء الزفير وان الماء المتكون (ماء ايض) يضاف الى الماء المأخوذ بواسطة الجسم وما زاد على ذلك فانه يبرز عن طريق الكليتين في البول

في اثناء الراحة فان ٢٥٠ سم ٣ من الاوكسجين في الدقيقة تمتص من هواء الشهيق لسد متطلبات الجسم الايضية . ويزداد هذا الرقم كثيرا عند التمارين ، اذ قد تصل حاجة الاوكسجين في التمارين العنيفة الى ٥٠٠٠ سم ٣ من الاوكسجين في الدقيقة



شكل ٧٢ - مخطط اساسي لانتاج الحرارة والطاقة .

وحيث ان جزءا من الاوكسجين يستعمل في اكسدة الهيدروجين فان حجم ثاني اكسيد الكربون المطروح خارجا في كل دقيقة يكون اقل بقليل من حجم الاوكسجين المأخوذ .

ان نسبة ثاني اكسيد الكربون المطروح خارجا الى نسبة الاوكسجين المأخوذ يعرف بالحاصل التنفسي (ح.ت) وهو في الاحوال الطبيعية

$$\frac{200}{250} = 0.8$$

ان الحاصل التنفسي يدل على ان الغذاء قد تم ايضه . واذا ما استعملت الكاربوهيدرات فقط فان الحاصل التنفسي عند ذلك يساوي (١) حيث ان كمية الاوكسجين المأخوذة وكمية ثاني اكسيد الكربون المطروحة خارجا تكونان متساويتين .

وعند ايض الدهون يصبح الحاصل التنفسي ٧. اي ان كل

٢٥٠ سم ٣ من الاوكسجين المأخوذة ستعطى فقط — من ٢٥٠ سم ٣

من ثاني اكسيد الكربون (اي ١٧٥ سم ٣)

وفي قوت خليط من الدهون والكاربوهيدرات والبروتينات يكون الحاصل التنفسي عند اتمام ايضها كما رأينا ٨.

عملية التنفس

BREATHING

تحتل الرئتان التجويف الصدري وان عملية التنفس تتم بزيادة ونقصان حجم هذا التجويف

يسمى هواء الرئتين بالهواء السنخي (Alveolar Air) ، وهو يختلف عن هواء الغرفة بكونه يحتوي على كمية اقل من الاوكسجين وكمية اكثر من ثاني اكسيد الكربون . ان الهواء السنخي هو الذي يتلامس مع الدم الجاري خلال الشعيرات الرئوية (ان الدم في هذه الاوعية لا يتلامس مطلقا مع هواء الغرفة)

وعند التحليل فاننا نرى ان الهواء السنخي يتكون من

١٤٪ اوكسجين
٦-٥٪ ثاني اوكسيد الكربون

٨٠٪ نيتروجين

وهواء الغرفة يتكون من

٢١٪ اوكسجين

٧٩٪ نيتروجين

صفر ٪ ثاني اوكسيد الكربون

(توجد كمية قليلة جدا من ثاني اوكسيد الكربون في هواء الغرفة مهمة جدا للنبات وحيث ان هذه الكمية تساوي فقط ٠.٣ ٪ فهي بالنسبة للانسان والحيوان تعتبر صفرا)

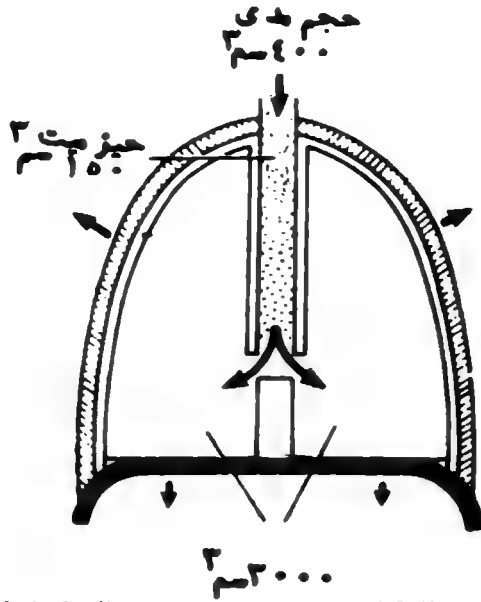
في نهاية زفير هادئ ، فان الرئتين لازالتا تحتويان على حوالي ٣ التار من الهواء السنخي ، ويوجد في هذه الكمية فقط ٢٠ سم ٣ من الاوكسجين (١٤٪ من ٣٠٠ سم ٣) وحيث ان الجسم يحتاج الى ٢٥٠ سم ٣ من الاوكسجين بالدقيقة لعملية الايض ، فان احتياطي الرئتين من الاوكسجين لن يكفي الا لمدة هي اقل من دقيقتين . ولذا فمن المهم جدا تجديد هواء الرئتين باستمرار بعملية التنفس . ويجب ادامة هذه العملية دون انقطاع طوال حياة المرء .

ان عملية زيادة حجم الصدر وتقصانه بالتناوب تكون تحت سيطرة مجموعة من الخلايا العصبية تقع في الدماغ في التكوين الشبكي (Reticular Formation) للنخاع تصرف بمركز التنفس (Respiratory Centre) ومن هذا المركز تتجه اعصاب الى العضلات التنفسية .

تتم عملية الشهيق (Inspiration) بتقلص العضلات بين الاضلاع والتي ترفع جدار الصدر عاليا وللخارج ، ويتقلص عضلة الحجاب الحاجز (Diaphragm) (شكل ٧٣) والتي تدفعه نحو الاسفل ضاغطة بذلك على المحتويات البطنية .

اما عملية الزفير (Expiration) فتتم بانسباط هذه العضلات . والارتداد المطاطي للرئتين ولجدار الصدر يعيدان الصدر الى مستواه التنفسي الساكن

ان زيادة حجم الصدر عند الشهيق يكون قليلا اثناء التنفس الهادئ ، ويزداد الحجم فقط من ٣٠٠ سم ٣ الى ٢٤٠٠ سم ٣ وكنتيجة لزيادة الحجم ٤٠٠ سم ٣ ، فان هذه الكمية من الهواء تدخل الانف او الفم



شكل ٧٣- تحتوي الرئتان على ٢ سم ٣٠٠٠ من الهواء في نهاية الزفير . ويؤخذ في الشهيق الذي يليه ٢ سم ٤٠٠ من الهواء من خلال الانف او الفم . و يبلغ حجم الحيز الميت ١٥٠ سم ٢ . لذا فان ٢ سم ٢٥٠ فقط من هواء الغرفة تصل الرئتين .

الحيز الميت

(Dead Space)

ان ال ٢ سم ٢٥٠ الاولى من هواء الغرفة المأخوذ هي التي تصل الرئتين فقط . والسبب في ذلك هو ان للممرات الهوائية حجما مقداره ١٥٠ سم ٣ . وقبل ان تصل اخر ١٥٠ سم ٣ من هواء الغرفة الى الرئتين ، فان عملية التنفس تنقلب ويدفع هذا الهواء خارجا مرة اخرى .

ان ال ١٥٠ سم ٣ الاولى من كل زفير هو هواء الحيز الميت والذي كان قد وصل فقط الى الممرات الهوائية . اما اخر ٢٥٠ سم ٣ من هواء الزفير فانه يحتوي على الهواء السنخي الاتي من الرئتين والذي يحوي ثاني اكسيد الكربون المراد طرحه خارج الجسم . ان وجود الحيز الميت يجعل التنفس غير فعال ، حيث انه يتطلب استعمال جهدا عضليا لاخذ كمية من الهواء لا تصل الرئتين

فلو دخل ٤٠٠ شخص الى قاعة سينما تحتوي على ٢٥٠ مقعدا فقط فان اول ٢٥٠ شخصا سيتمكنون من الوصول الى الصالة والجلوس

فيها ، بينما الباقي ومقدارهم ١٥٠ شخصا فسيبقون في الممرات خارجا وفي نهاية العرض وبعد خروج الجميع ، فان الاشخاص الذين قد شاهدوا العرض فعلا هم اول ٢٥٠ شخصا ، اما باقي ال ١٥٠ شخصا فانهم لم يكونوا قد وصلوا الى المنطقة المهمة

ويمكن جعل التنفس اكثر فعلا عند مريض بكرب تنفسي (**Respiratory distress**) وذلك باجراء عملية فقر الرغامى (**Tracheostomy**) وفتح القصبة الهوائية للخارج في منطقة الرقبة .
وعندها فان هواء الغرفة سيصل الرئتين عن طريق حيز ميت صغير نسبيا . ولذا فان حجما مديا (**Tidal Volume**) صغيرا سيكون كافيا لادامة تهوية مناسبة .

ان الحجم الكبير للحيز الميت (١٥٠ سم^٣) عند الاشخاص الطبيعيين يعني بان ١٥٠ سم^٣ من كل حجم مدى يكون غير فعال ، واذا ما كان تنفس المريض ضحلا حيث يقل الحجم المدي كثيرا ، فان المريض سيختنق اذا ما هبط الحجم المدي الى ١٥٠ سم^٣ اذ ان اي حجم مدى مساويا الى ١٥٠ سم^٣ او اقل سيعني عدم وجود تهوية اطلاقا ، لذلك فانه يجب الانتباه الى نقطة مهمة عند اجراء عملية التنفس الاصطناعي ذلك ان اي كمية من هواء الغرفة سوف لن تصل الى الرئتين ما لم تكن المناورة المختارة ستنتج حجما مديا اكبر من ١٥٠ سم^٣ وانها ستكون غير فعالة نهائيا

وعند السباحة تحت الماء فان استعمال انبوب جهاز الفطس هو مثل لزيادة حجم الحيز الميت اصطناعيا اذ ان الهواء في هذه الحالة يجب ان يؤخذ من نهاية الانبوب حيث ان له حجما كبيرا على الهواء يقطعه قبل الوصول الى الرئتين . واذا ما اريد التنفس من خلال مثل هذا الانبوب فانه يتطلب تنفسا اعمق . وتكون من المستحيل تأمين تهوية كافية اذا كان الانبوب طويلا جدا او كان ذا قطر واسع .

فعالية العضلات التنفسية

(Respiratory Muscle Activity)

تم الحركات التنفسية عن طريق مركز التنفس في النخاع باستعمال العضلات التنفسية والتي هي من نوع العضلات المخططة ان العضلات المخططة هي التي تستعمل عادة في الحركات الارادية فهي مجهزة باعصاب تنشأ من خلايا القرن الامامي للحبل الشوكي ، وتخرج الاعصاب الحركية عن طريق جذور العصب الامامية لتتجه الى الياف العضلات التنفسية .

ان الشهيق عملية فاعلة (Active) اي انها تحصل بتقلص عضلات الشهيق والزفير عملية منفعة (Passive) اذ انها تتم بالارتداد المطاطي للرئة ولجدار الصدر و يوجد لدينا عضلات زفيرية ولكنها لا تستعمل الا في حالة زفير قوي جدا كما هو الحال عند نفخ نفاخة او نفخ كرة القدم .

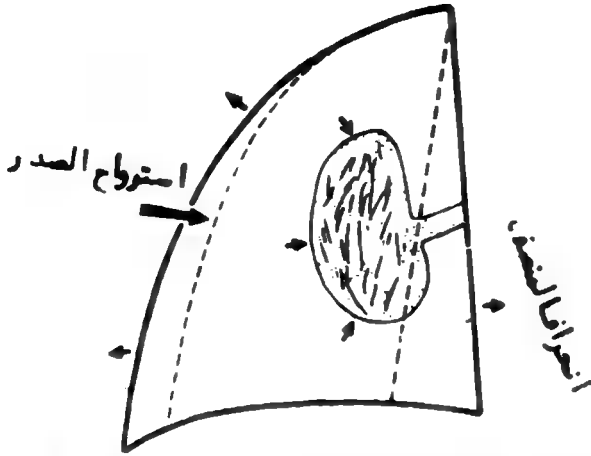
وعندما يزداد التنفس ، كما في التماريع ، فانه تستخدم عضلات لاحقة اضافة الى العضلات الشهيقية الطبيعية وهذه العضلات اللاحقة تستعمل لرفع القفص الصدري ومن ثم زيادة حجم الصدر والعضلات اللاحقة الرئيسة والتي ترتبط جميعها بالمنطقة العنقية للعمود الشوكي او الجمجمة هي القصية الخشائية (Sternomastoid) والتي تنشأ من عظم الترقوة وتندغم في التواء الخشائي (Mastoid Process) للجمجمة ، والعضلات الاخمعية (Scalene Muscles) والمربعة المنحرفة (Trapezius) (القسم العلوي) وتستعمل العضلات الصدرية ايضا عندما يكون حزام الكتف مثبتا في حالة رفع جسم ثقيل .

تمدد الرئتين

(Expansion of the Lungs)

الرئتان تركيبان مطاطيان ينكمشان خارج الصدر كالنفاخة المفرغة من الهواء . وفي الصدر فهما متمدتان كلية ومالئتان للتجويف الصدري باكملة . ولا توجد مسافة بين السطح الخارجي للرئتين والسطح الداخلي للصدر .

واذا حدث ان دخل الهواء بين السطح الخارجي للرئتين والسطح الداخلي للصدر ، فانهما سينكمشان وتعرف هذه الحالة باسترواح الصدر (Pneumothorax) واذا ما حدث استرواح صدري فان الحركات التنفسية سوف لن تؤدي الى تبادل غازي في الرئة وقد يحدث الاسترواح الصدري نتيجة اذى صدري يسمح بدخول الهواء الى الصدر ، او قد يحدث من ثغرة في الرئتين او مجلة (Bulla) منفجرة والتي تسمح للهواء بالدخول بين الرئتين والصدر مسببة انكماش الرئة ان النصف (Mediastemum) يفصل جانبي الصدر ونتيجة لذلك فان استرواح الصدر لجانب واحد سيعطل رئة واحدة فقط وسيكون بالامكان استعمال الرئة الاخرى للتنفس لكن انحراف النصف سيعيقه (شكل ٧٤) . ولتجنب انكماش الرئتين بعد عملية شق الصدر (Thoractomy) فانه يجب استعمال ختم مائي مع انبوب تصريف



شكل - ٧٢ - استرواح الصدر وانحراف النصف . اذا دخل الهواء بين الرئتين وجدار الصدر فان الرئة ستتكشف ويتحرك جدار الصدر قليلا الى الخارج بينما يدفع النصف نحو الجانب الآخر . ان الوضع الاصلي لجدار الصدر والنصف مبين بالخطوط المقطعة .

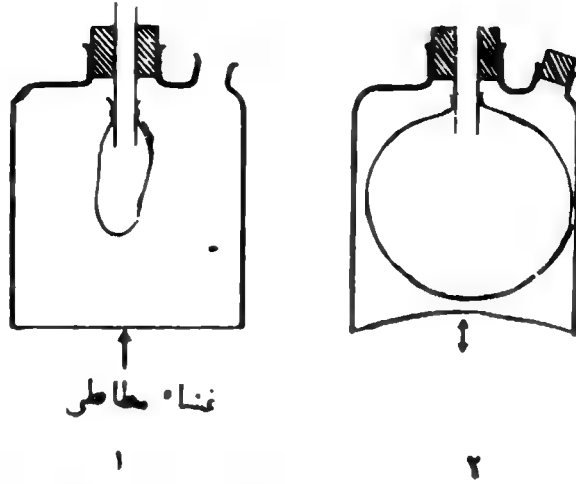
النفخة في عرض الزجاجاة :

ان الطريقة التي تبقى بها الرئتين منفوختين في الصدر من الممكن عرضها باستعمال نفخة مطاطية عادية في زجاجة فتشد النفخة (شكل ٧٥) على قطعة من انبوبة زجاجية كي يمكن نفخها بواسطته . وان الطريقة الوحيدة للمحافظة على النفخة في حالة منتفخة يكون بشد خيط حول عنق النفخة . وعلى كل فاذا ما ادخلت النفخة في زجاجة ثم نفخت واغلقت الفتحة الجانبية للزجاجة بقطعة فلين ، فان النفخة ستظل منتفخة ، ويكون بالامكان النظر من الانبوبة الزجاجية الى داخل النفخة . ولكنه اذا ما رفعت الفلينة (شكل ٧٥) (١) ، فان النفخة ستتكشف مرة اخرى . وعندما تكون النفخة منفوخة فانه من الممكن تغيير الفاز في النفخة بسحب الفشاء المطاطي في اسفل الزجاجاة (شكل ٧٥) (٢)

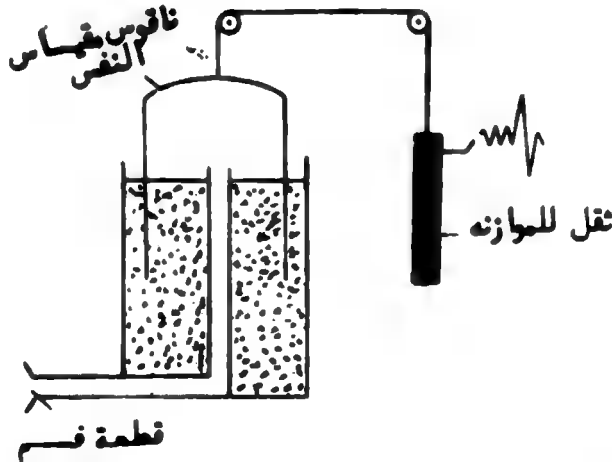
حجوم الرئة

LUNG VOLUMES

من الصعب قياس تغيرات حجوم الرئتين عند التنفس باستعمال شريط القياس اذ ان هذا سيمطينا فقط الزيادة الحاصلة في محيط الصدر عند التنفس ، وحيث ان هذه الزيادة قليلة جدا فسيكون من



شكل ٧٥- النفخة في عرض الفينة . اذا ما ادخلت الفينة بعد نفخ النفخة : فان الفناء المطاطي يسزاح الى الاعلى وتبقى النفخة منفوخة . ويكون بالامكان ان نرى داخل النفخة من الانبوب (٢) وبتحرك الفناء المطاطي الى الاعلى والى الاسفل ، فانه سيكون بالامكان تغيير الهواء في النفخة . وعند رفع الفينة (١) فان النفخة تنكمش ولن يكون لحركة الفناء المطاطي اي اثر .

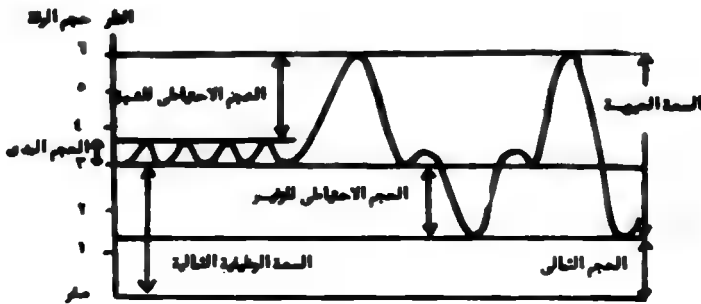


شكل ٧٦- مقياس النفس . يتنفس الشخص في قطعة الفم مسببا صعود وهبوط ناقوس مقياس النفس . ويرتبط قلم للكتابة بثقل الموازنة كي يمكن الحصول على تسجيل ثابت .

الصعوبة قياسها بدقة ولتعيين تغيرات الحجم عند التنفس بدقة يجب استعمال مقياس النفس (**Spirometer**) (شكل ٧٦) فيتتنفس المريض من خلال انبوب في ناقوس مقياس النفس والذي يكون ختما مائيا محكم يمنع هروب الغاز وعندما يتنفس الشخص داخلا فان الناقوس يهبط ثم يرتفع بعد ذلك عندما يتنفس خارجا ويعمل هذا تسجيلا على ورقة مدرجة بالسنتيمترات المكعبة من الهواء

ان (شكل ٧٧) يرينا تخطيطا مثاليا اثناء تنفس هاديء حيث يبين ان حجم الصدر يزداد بمقدار ٤٠٠ سم^٣ مع كل نفس . وليس هذا هو الحد الاعلى للشهيق الذي يستطيع الشخص اخذه ، اذ انه بشهيق عميق فان حجم الصدر سيزداد الى حوالي ٦٠٥ لترات ويطلق على هذه الزيادة في الشهيق بالحجم الاحتياطي للشهيق (**Inspiratory Reserve Volume**) . وكذلك فانه من الممكن للشخص ان يتنفس خارجا تحت مستوى التنفس الساكن وذلك عن طريق زفير قوى . ويسمى حجم هذا الهواء الخارج بالحجم الاحتياطي للزفير (**Expiratory Reserve Volume**) . وحتى بعد اخراج الحجم الاحتياطي للزفير ، فانه لا زال في الرئة حجما مائيا (**Residual Volume**) من الغاز في الرئتين . ويبلغ هذا الحجم حوالي ١٥٠٠ لتر ، والذي لا يمكن اخراجه ابدا مهما كانت قوة الزفير ، لسبب واحد بسيط هو انه من المستحيل تقريبا ظهور الصدر الى امامه لحصر هذا الهواء خارجا

ان حجم الرئتين في المستوى التنفسي الساكن (اي بعد زفير هاديء وقبل الشهيق التالي) يطلق عليه بالسعة الوظيفية الشمالية (**Functional Residual Capacity**) وتساوي مجموع الحجم الاحتياطي للزفير زائدا الحجم الشمالي



شكل -٧٧- -حجوم الرئة .

السعة الحيوية

(Vital Capacity)

إذا ما أخذ أكبر شهيق ممكن ومن ثم اتبع بأكبر زفير فإنه يطلق على حجم الهواء الخارج بالسعة الحيوية . وهو أكبر حجم مدى يمكن للشخص فعله . ومقداره يعتمد على حجم الشخص ، ويكون بحدود ٢٥ لترًا في الرجال و٢٠ لترًا في النساء .

وهناك فحص سريري مهم يسمى بالسعة الحيوية الموقوتة (Timed Vital Capacity) حيث يتطلب من الشخص أن يتنفس خارجا بأسرع ما يمكن من نقطة الشهيق القصوى إلى نقطة الزفير القصوى . وأن كمية ما يطرح خارجا في الثانية الأولى يجب أن تكون في الأشخاص الطبيعيين بما لا يقل عن ٨٠٪ من مجموع السعة الحيوية ويطلق عليه بحجم الزفير القوي في ثانية واحدة وفي حالة مريض بتضيق في المجاري الهوائية كما في الربو ، فإن كمية هواء الزفير في الثانية الأولى تكون أقل من ذلك بكثير . وفعالية الادوية الموسعة للاوعية مثل الايزوبرينالين (Ispprenaline) يمكن فحصها بهذه الصنعة

التهوية الرئوية

PULMONARY VENTILATION

لقد مر بنا أن ٤٠٠ سم^٣ من الهواء تؤخذ في ظروف الراحة مع كل نفس حيث يطلق عليه اسم الحجم المدي . وبما أن هذه العملية تتكرر من ١٥ إلى ٢٠ مرة بالدقيقة فإن كمية الهواء المأخوذة في الدقيقة تكون بضرب الحجم المدي بعدد مرات التنفس في الدقيقة . ويسمى هذا الأخير بسرعة التنفس .

التهوية الرئوية = الحجم المدي x سرعة التنفس

وتتراوح هذه من ٤٠٠ سم^٣ x ١٥ = ٦٠٠٠ سم^٣ في الدقيقة إلى ٤٠٠ سم^٣ x ٢٠ = ٨٠٠٠ سم^٣ في الدقيقة أي من ٦ إلى ٨ لترات في الدقيقة

وفي التعاريف فإن سرعة التنفس والحجم المدي يزدادان بصورة واضحة وقد تصل التهوية الرئوية في تلك الحالة إلى ٥٠ لترات في الدقيقة الواحدة

وليست تلك هي الحد الأقصى للتهوية الرئوية إذ أنه بالإمكان إراديا أن يتنفس الشخص بعمق أكبر وسرعة تنفس أعلى كثيرا وبذلك

يستطيع اخذ ما يزيد على ١٠٠ لترا في الدقيقة . وهناك فحص يتضمن التنفس باقصى ما يمكن بالطريقة المذكورة (لمدة ١٥ ثانية مثلاً) ويسمى بحجم التهوية القصوى (**Maximum Ventilation Volume**) او سعة التنفس القصوى (**Maximum Breathing Capacity**) .

التهوية السنخية

(Alveolar Ventilation)

ان كمية هواء الغرفة التي تصل الرئتين بالدقيقة هي اقل من كمية التهوية الرئوية بسبب ان التهوية الرئوية تشمل ايضا الحيز الميت .

التهوية السنخية = سرعة التنفس x (الحجم المدي - الحيز الميت)

$$= 15 \times (1500 - 400)$$

$$= 3750 \text{ سم}^3 \text{ بالدقيقة}$$

(التهوية الرئوية = 6000 سم³ بالدقيقة) .

وتبين التهوية السنخية ايضا كمية الهواء السنخي المتنفس خارجا للغرفة بالدقيقة . وحيث ان في الهواء السنخي كمية ثابتة من ثاني اوكسيد الكربون هي ٥ الى ٦ ٪ ، لذا فان كمية ثاني اكسيد الكربون المطروحة خارجا بالدقيقة ستتناسب طرديا مع التهوية السنخية .

مثال :

كمية ثاني اوكسيد الكربون المطروحة خارجا بالدقيقة =

التهوية السنخية x نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء السنخي

$$= 3750 \times 5.05\%$$

$$= 3750 \times 0.0505$$

$$= 190$$

$$= 206 \text{ سم}^3 \text{ ثاني اوكسيد الكربون بالدقيقة .}$$

الخلاصة :

١ - في نهاية زفير هاديء ، فان الرئتين تحتويان على ٣ التار من الهواء السنخي (٦ ٪ ثاني اوكسيد الكربون و ١٤ ٪ اوكسجين) وان الدم الجاري خلال الرئتين يأخذ الاوكسجين من هذا الهواء السنخي ويعطيه ثاني اوكسيد الكربون السنخي

٢ - يستهلك الجسم ٢٥٠ سم³ من الاوكسجين بالدقيقة اثناء الراحة (والى ٥ التار في الدقيقة اثناء التمارين العنيفة) ويعطي ٢٠٠ سم³

من ثاني اوكسيد الكربون في الدقيقة

- ٣ - يستبدل الاوكسجين باستنشاق هواء الغرفة (صفر٪ ثاني اوكسيد الكربون و٢١٪ اوكسجين) وذلك بزيادة سعة الصدر من ١٥ الى ٢٠ مرة بالدقيقة (سرعة التنفس)
- ٤ - يزداد حجم الصدر ٤٠٠ سم^٣ ويدخل هذا الحجم من الهواء من خلال الانف والفم (الحجم المدي) -
- ٥ - التهوية الرئوية = ٦ التار بالدقيقة .
= سرعة التنفس (١٥) x الحجم المدي (٤٠٠ سم^٣)
- ٦ - وحيث ان ١٥٠ سم^٣ هو حيز ميت . فان ٢٥٠ سم^٣ من هواء الغرفة يصل الرئتين .
- ٧ - ان زيادة سعة الصدر تكون بسبب تقلص العضلات التنفسية المسيطر عليها من مركز التنفس في النخاع

٩ - نقل الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم

TRANSPORT OF OXYGEN AND CARBON DIOXIDE IN THE BLOOD

حمل الغازات بواسطة الدم

CARRIAGE OF GASES BY THE BLOOD

عند التأمل في حمل غاز كالاوكسجين في الدم ، فمن الضروري الاخذ
بنظر الاعتبار عاملين مختلفين تماما

١ - التوتر

٢ - الكمية

التوتر (Tension)

التوتر هو القوة الدافعة التي تدفع غازا ما من منطقة الى اخرى .
والغازات تنتقل من منطقة ذات توتر عال الى منطقة ذات توتر واطي .
وبهذه الكيفية فانها تشبه الكهربائية التي تعبر من منطقة ذات توتر او
فولطية عالية الى منطة ذات توتر واطي .

فالاولكسجين في الرئتين مثلا يعبر من الهواء السنخي الى الدم في
الشعريات الرئوية وذلك لان توتر الاولكسجين في الهواء السنخي اعلى منه
في الدم . وعند وصول الدم الى الانسجة فان الاولكسجين يعبر من الدم
الى الانسجة حيث ان توتر الاولكسجين في الدم اصبح اعلى منه في الانسجة .

الكمية (Quantity)

نستمر بالتشبيه بالكهربائية فانه عند شراء بطارية جافة لمصباح
يدوي او راديو ترانزستور ، فبالامكان شراء بطارية كبيرة او اخرى صغيرة
كلاهما يعطيان نفس التوتر او الفولطية والفرق بين البطارتين هو ان
البطارية الكبيرة تحوي كمية من الكهربائية اكثر مما تحويها البطارية
الصغيرة . وعند تأمل الاولكسجين في الدم ، فمن المهم معرفة انه لا التوتر
او القوة الدافعة فقط ، بل الكمية ايضا وهذه تعتمد على مقدار
الهيموكلوبين الموجود في الدم فالشخص المصاب بفقر الدم قد يكون له
نفس توتر الاولكسجين في الدم الشرياني لشخص اخر طبيعي ، ولكنه
سيحوي على كمية من الاولكسجين اقل بكثير من الشخص الطبيعي بسبب
نقص الهيموكلوبين .

توترات الغاز

GAS TENSIONS

ان توتر الاولكسجين (الضغط الجزئي) في الهواء السنخي للرئتين ،

يعتمد على الضغط الجوي وترتر الغازات الاخرى الموجودة .
وهناك اربعة غازات في الرنتين

الاوكسجين

ثاني اوكسيد الكربون

النيتروجين

بخار الماء

وتكون هذه الغازات الاربعة ضغطا جويا مقداره ٧٦٠ ملم زئبق .
ان بخار الماء والذي يكون تام التشبع في الرنتين ، يعطي توترا مقداره ٤٧ ملم زئبق . وهذه خاصية فيزيائية للماء تعتمد على درجة الحرارة فقط ولا تعتمد على وجود الغازات الاخرى . ويزداد التوتر المعطى من الماء (ضغط بخار الماء) بازدياد درجة الحرارة فيصل الى ٧٦٠ ملم زئبق في درجة ١٠٠م حيث يتساوى انذاك مع الضغط الجوي . وبغلي السائل عندما يكون توتره مساويا للضغط الجوي . وهذا هو السبب الذي يجعل الماء يغلي في درجة ١٠٠م . وعلى قمة جبل عندما يكون الضغط الجوي ٤٠٠ ملم زئبق فقط ، فان الماء قد يغلي في درجة ٨٠م . ولذلك فانه يكون من المتعذر اعداد شاي مقبول في مثل هذا الارتفاع حيث ان درجة غليان الماء ليست عالية بالدرجة الكافية .

ومن الممكن جعل الماء يغلي في درجة اعلى من ١٠٠م وذلك بزيادة الضغط الجوي . وهذه القاعدة هي التي تستعمل في قدور الضغط والمقومات في المستشفيات اذ يزداد الضغط الجوي باستعمال اوان مغلقة يسمح للضغط فيها بالارتفاع بما يكفي لرفع درجة غليان الماء الى ١١٥م او اكثر وهذه الدرجة العالية ضرورية في التعقيم لتحطيم يوغات (Spores) الكائنات الحية والتي لا تتحطم في درجة ١٠٠م .

نعود لتأمل توترات غاز في الرنتين فلقد رأينا ان بخار الماء يعطي توترا مقداره ٤٧ ملم زئبق وهو بذلك يشترك بضغط مقداره ٤٧ ملم زئبق الى مجموع الضغط البالغ ٧٦٠ ملم زئبق ويتبع ذلك ان بقية الضغط البالغ مقداره ٧١٣ ملم زئبق هو بسبب وجود الغازات الاخرى الاوكسجين وثنائي اوكسيد الكربون والنيتروجين وكل واحد من هذه الغازات يشترك في مجموع الضغط بنسبة وجوده في الخليط .

وعليه فيشترك الاوكسجين بنسبة ١٤٪ من مجموع ٧٣٠ ملم زئبق ، ويشترك ثاني اوكسيد الكربون بنسبة ٦٪ ، بينما يشترك النيتروجين بالكمية الباقية .

ان ١٤٪ من ٧١٣ ملم زئبق تساوي ١٠٠ ملم زئبق وهذا هو توتر الاوكسجين في الرنتين ويكتب (PO_2) .

واشتراك ثاني اوكسيد الكربون تجاه مجموع الضغط (توتر ثاني اوكسيد الكربون) هو ٦٪ من ٧١٣ ملم زئبق والذي يساوي ٤٠ ملم زئبق . وهذا هو توتر ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين (جدول ١) .

جدول (١)

الهواء السنخي في الرئتين

التركيب	التوتر
١٤٪ اوكسجين	= ١٠٠ ملم زئبق
٦٪ ثاني اوكسيد الكربون	= ٤٠ ملم زئبق
٨٠٪ نيتروجين	= ٥٧٣ ملم زئبق
بخار الماء (مشبع)	= ٤٧ ملم زئبق
	= المجموع ٧٦٠ ملم زئبق

حمل الاوكسجين

CARRIAGE OF OXYGEN

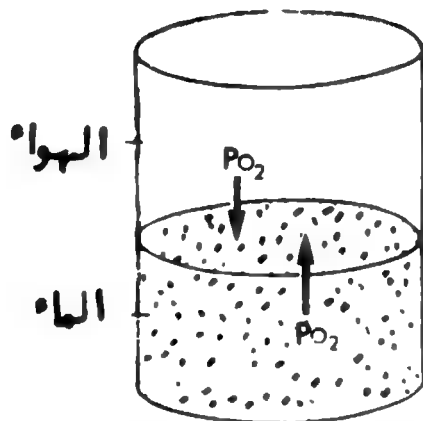
اذا ما عرض سائل ما كالماء (او الدم) للهواء فان توتر الاوكسجين في الهواء ، يدفع بالاوكسجين الى الماء (شكل ٧٨) وكلما ازداد دخول الاوكسجين الى الرئة فان التوتر سيصل اقصاه ويبدأ الاوكسجين بالخروج وتحصل حالة التوازن ، حيث يتوقف التبادل ، عندما يكون توتر الاوكسجين في الماء P_{O_2} مساويا لتوتره في الهواء .

توتر الاوكسجين

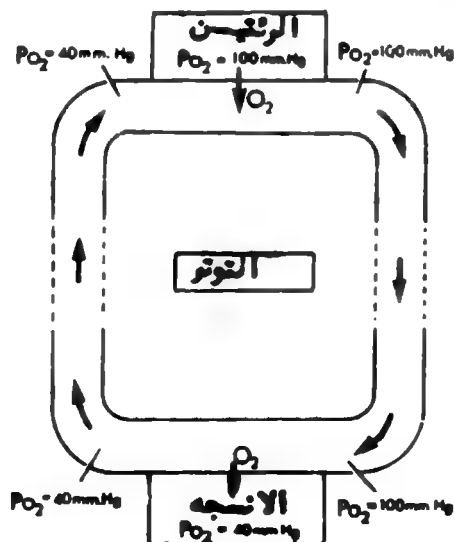
OXYGEN TENSION

ياخذ الدم الاوكسجين خلال مروره بالرئتين لان توتر الاوكسجين يكون اعلى من توتر الاوكسجين الواصل عن طريق الدم ويترك الدم الرئتين بتوتر مقداره ١٠٠ ملم زئبق ويمر عن طريق الاوردة الرئوية الى جانب الايسر من القلب (شكل ٧٩) ومن ثم يمر عن طريق الابهـر والشرابين الى شعريات الانسجة ، ولكنه لا يحدث تغير في توتر الاوكسجين حتى يصل الانسجة وبذلك يصل الدم شعريات الانسجة بنفس التوتر اي ١٠٠ ملم زئبق وعندما يمر الدم من خلال شعريات الانسجة فانه يتلامس مع السائل النسيجي والذي له توتر اوكسجيني واطيء هو ٤٠ ملم زئبق ويكون توتر الاوكسجين في السائل النسيجي واطئا وذلك بسبب

استهلاكه بعملية الايض وبينما يمر الاوكسجين خلال شعيرة النسيج فان توتر الاوكسجين يبدأ بالهبوط من ١٠٠ الى ٩٠ الى ٧٠ الى ٦٠ الى ٥٠ الى ٤٠ ملم زئبق وعندئذ يصبح مع نفس توتر السائل النسيجي المحيط به ويتوقف عندئذ انتقال الاوكسجين ولا يحصل تبادل اخر اثناء بقية مروره في الشعيرة



شكل ٧٨- اذا ما عرض الماء للهواء فان الغازات الموجودة فيه ستتوازن مع تلك التي في الماء . وهذا الضغط الجزئي للاوكسجين في الهواء PO_2 سيكون مساويا لتوتر الاوكسجين في الماء .



شكل ٧٩- تغييرات التوتر المشتركة في حمل الاوكسجين .

ويعود الدم الى الجانب الايمن من القلب عن طريق الاوردة بتوتر اوكسجيني مقداره ٤٠ ملم زئبق . فيمر من خلال الجانب الايمن من القلب ويصل الرئتين عن طريق الشريان الرئوي ويصل الشعيرات الشريانية بتوتر مقداره ٤٠ ملم زئبق حيث يتلامس مع اوكسجين الهواء السنخي الذي توتره ١٠٠ ملم زئبق . ويبدأ توتر الاوكسجين بالازدياد من ٤٠ الى ٥٠ الى ٦٠ الى ٧٠ الى ٨٠ الى ٩٠ الى ١٠٠ ملم زئبق فتحصل عند ذاك حالة توازن مع الهواء السنخي ويترك الاوكسجين الرئتين عن طريق الاوردة الرئوية بهذا التوتر

وعليه فان الاوكسجين ينتقل طوال الوقت من منطقة ذات توتر عالي الى منطقة ذات توتر واطيء (شكل ٧٩)

مسارات الاوكسجين الكهربائية

(Oxygen Electrodes)

يمكن قياس توتر الاوكسجين في الدم باستعمال مسار الاوكسجين الكهربائي وتعتمد طريقة القياس هذه على اساس انه اذا ما سلطت فولطية قليلة (٠.٦ فولت) بين مسار كهربائي بلاتيني واخر فضي في سائل، فان جريان التيار الكهربائي سيعتمد على توتر الاوكسجين . وحيث ان بروتينات البلازما قد تسم المسار الكهربائي البلاتيني ، فان الدم يفصل عن المسار الكهربائي البلاتيني بفشاء رقيق من البلاستيك والذي يسمح فقط للاوكسجين بالمرور ويمنع مرور بروتينات البلازما

يسحب الدم من الوعاء الدموي بمحقنة ويدخل في مسار الاوكسجين الكهربائي ويجب الحذر والتأكد من عدم تعرض الدم لهواء الغرفة ، حيث ان ذلك سيغير من توتر الاوكسجين . ويقرا توتر الاوكسجين على المقياس المرتبط به .

محتوى الاوكسين

OXYGEN CONTENT

ان كمية الاوكسجين المحمولة تعتمد على خاصية الهيموكلوبين للاتحاد بالاوكسجين . فان غراما واحدا من الهيموكلوبين له قابلية الاتحاد مع ٣.٤ سم^٣ من الاوكسجين

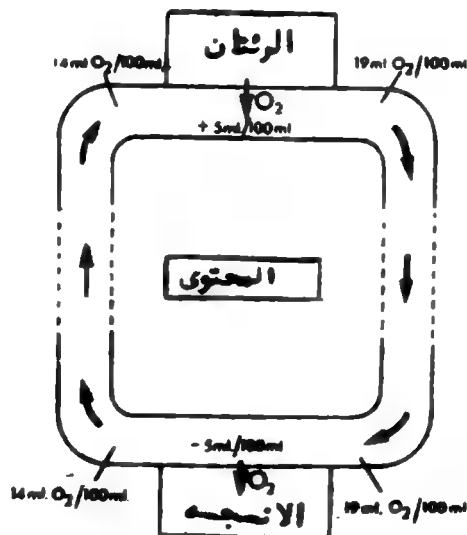
ولذا فان شخصا لديه ١٥ غراما من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم سيتمكن نظريا ان يحمل ٣.٤ x ١٥ = ٥٠ سم^٣ من الاوكسجين

في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم . ويطلق على هذا بسمية الاوكسجين (Oxygen Capacity) الدم وهي كمية الاوكسجين المحمولة بواسطة الدم عندما يكون التوتر عاليا جدا والهيموكلوبين مشبع كلياً بالاوكسجين .

ان كمية الاوكسجين المحمولة بواسطة الدم في توتر ١٠٠ ملم زئبق تكون قريبة من هذا الحد الاعلى . وهي في حدود ٩٥-٩٧ بالمائة من سعة الاوكسجين . وعليه فبدلاً من ان يحمل الدم ٢٠ سم^٣ من الاوكسجين ، فان الدم يحتوي على ١٩ سم^٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم . ويسمى هذا بمحتوى الاوكسجين الشرياني

• (Arterial Oxygen Content)

اما في الدم الوريدي ، اي الدم العائد من الانسجة خلال الاوردة الى الجانب الايمن من القلب ، فتوجد ١٤ سم^٣ فقط من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم (شكل ٨٠) ، وهذا هو محتوى اوكسجين الدم الواصل الى الرئتين في حالات الراحة . ان هذا الدم لا زال يحتوي على كمية مقبولة من الاوكسجين فقد هبط التوتر فيه الى ٤٠ ملم زئبق



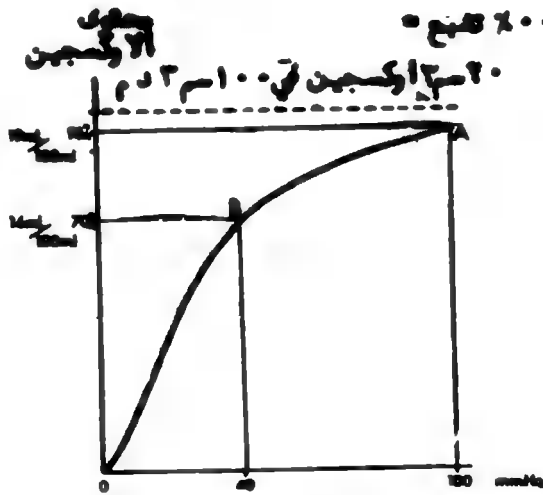
شكل ٨٠- تغيرات المحتوى المصاحبة لعمل الاوكسجين

ولكن المحتوى هبط فقط الى ٧٠٪ من سعة الاوكسجين ، اي الى ١٤ سم^٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم . والسبب في ذلك هو ان المنحنى الذي يصل بين كمية الاوكسجين المحمولة وتوتر الاوكسجين ليس بخط مستقيم ، ولكنه منحني على شكل حرف (S) يعرف بمنحنى افتراق الاوكسجين (شكل ٨١) .

ويبين المنحنى بان الدم الخارج من الرئتين له توتر مقداره ١٠٠ ملم زئبق ، ومحتوى قدره ١٩ سم ٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم في النقطة (ا) . ويصل الدم الى الانسجة بدون تغيير في المحتوى او التوتر، ولكنه عندما يمر الدم في شعريات الانسجة فانه يتحرك من نقطة (ا) الى نقطة (ب) ويترك الانسجة بتوتر مقداره ٤٠ ملم زئبق ومحتوى قدره ١٤ سم ٣ في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . وعليه فان كل ١٠٠ سم ٣ من الدم الجاري خلال الانسجة تعطي ٥ سم ٣ من الاوكسجين وتزداد هذه الكمية عند التمارين

ومثل منحنى الافتراق هذا والذي يعبر عن محتوى الاوكسجين فيه يستثمرات الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم ينطبق فقط على الشخص الذي يحتوي على ١٥ غم من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . ومن الممكن ان يكون المنحنى اعم اذا ما رسمت على المحور العمودي نسبة التشبع اي من صفر الى ١٠٠٪ ومثل هذا المنحنى سيمكن استعماله لشخص مصاب بفقر الدم باحلال ١٠٠٪ بدلا من سعة الاوكسجين لذلك المريض .

فاذا كان الشخص على سبيل المثال يحتوي على نصف المقدار



توتر
الاوكسجين

شكل - ٨١ - منحنى افتراق الاوكسجين . عندما يكون توتر الاوكسجين اعلى من ١٠٠ ملم زئبق (٩٥٪ تشبع) فستحصل زيادة طفيفة فقط في محتوى الاوكسجين . ويكون الهيموكلوبين في حالة تشبع تام بالاوكسجين (١٠٠٪ تشبع) عندما يكون توتر الاوكسجين فوق ١٥٠ ملم زئبق .

الطبيعي من الهيموكلوبين ، فان ١٠٠٪ سوف لن تمثل ٢٠ سم ٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم بل الى ١٠ سم ٣ من الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم .

توترات الاوكسجين العالية

يعتمد توتر الاوكسجين في الرئتين على الضغط الجوي، وفي مستوى سطح البحر يمكن الحصول عليه تقريبا بضرب نسبة الاوكسجين في الهواء السنخي بالعدد (٧) . ان توتر الاوكسجين الطبيعي في الرئتين هو ١٠٠ ملم زئبق ولكنه يمكن زيادة ذلك اذا ما تنفس الشخص خليطا غنيا بالاكسجين . وبهذه الطريقة يمكن زيادة توتر الاوكسجين في الرئتين الى عدة مئات من المليمترات . ويصل التوتر الى ٧٦٠ ملم زئبق اذا ما تنفس الشخص اوكسجينا نقيا

توترات الاوكسجين الواطئة

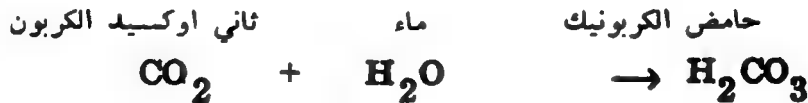
(Low Oxygen Tension)

يكون الضغط الجوي في المرتفعات العالية واطنا ولذلك فانه على الرغم من ان نسبة الاوكسجين في الهواء السنخي تكون طبيعية اي ١٤٪ ، لكن توتر الاوكسجين يكون واطنا وسيؤدي الشخص من نقص الاوكسجين .

حمل ثاني اوكسيد الكربون

(Carriage of Carbon Dioxide)

ثاني اوكسيد الكربون غاز يذوب في الماء مكونا حامض الكربونيك

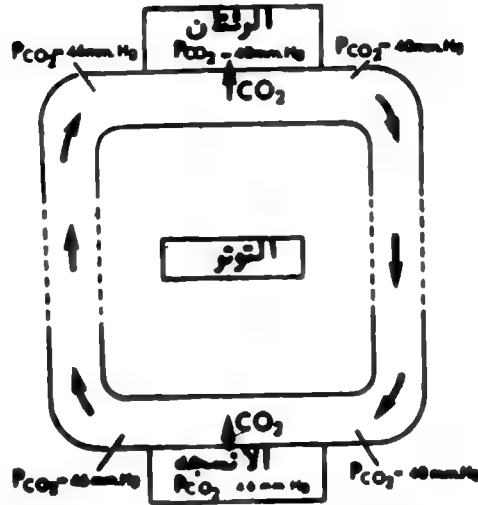


توتر ثاني اوكسيد الكربون

: (Carbon Dioxide Tension)

مر بنا ان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين هو ٤٠ ملم زئبق . وبينما يجري الدم خلال شعريات الانسجة فان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الدم يزداد الى ٤٦ ملم زئبق . ويترك الدم الشعريات عائدا الى الجانب

الايمن من القلب عن طريق الاوردة ومن ثم الى الشريان الرئوي فالرئتين بنفس توتر ثاني اوكسيد الكربون البالغ ٤٦ ملم زئبق (شكل ٨٢) وعندما يمر من خلال شعريات الرئة فان ثاني اوكسيد الكربون يعبر من الدم الى اسناخ الرئتين وذلك لان توتره في الدم اكثر منه في الرئتين فيهبط التوتر من ٤٦ الى ٤٥ الى ٤٤ الى ٤٣ الى ٤٢ الى ٤١ الى ٤٠ ملم . زئبق حيث يكون في حالة توازن ويقف هبوط توتر ثاني اوكسيد الكربون بعدها .



شكل ٨٢- تغيرات التوتر المشتركة في تغيرات ثاني اوكسيد الكربون .

ويترك الدم بعد ذلك عائدا عن طريق الاوردة الرئوية الى الجانب الايسر من القلب ومن ثم الى شرايين الجسم بتوتر ٤٠ ملم زئبق . ويصل الى الشعريات بهذا التوتر حيث يبدأ بالزيادة من ٤٠ الى ٤١ الى ٤٢ الى ٤٣ الى ٤٤ الى ٤٥ الى ٤٦ ملم زئبق في اثناء انتقال ثاني اوكسيد الكربون من السائل النسيجي الى الدم . وبهذا تكون قد تمت الدورة فيترك ثاني اوكسيد الكربون الانسجة بتوتر ٤٦ ملم زئبق

ويجب ان نلاحظ بان ثاني اوكسيد الكربون يتحرك في الاتجاه المعاكس للاوكسجين وذلك لان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الانسجة اعلى منه في الرئتين .

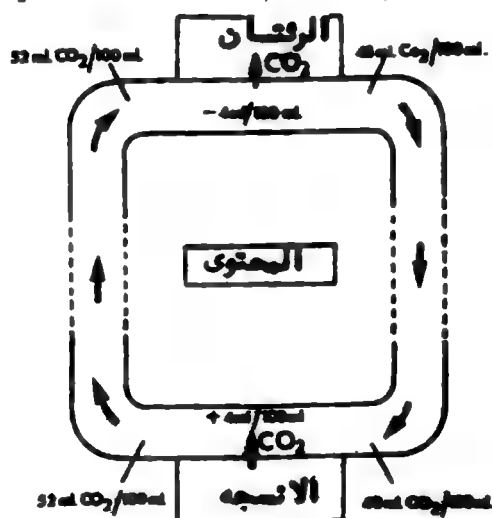
محتوى ثاني اوكسيد الكربون

CARBON DIOXIDE CONTENT

ان محتوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم بعد تركه للرئتين هو ٤٨

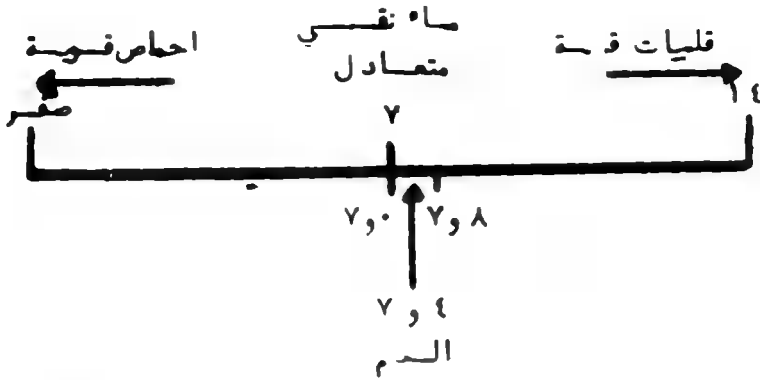
سم ٢ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم (شكل ٨٣)
وان الدم الواصل للانسجة سيحتوي على نفس هذا المحتوى اي ٤٨ سم ٣
من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . وعند مروره خلال
شعيرات الانسجة فان المحتوى يزداد من ٤٨ سم ٣ الى ٥٢ سم ٣ من ثاني
اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . اي انه تم اخذ ٤ سم ٣ من
ثاني اوكسيد الكربون لكل ١٠٠ سم ٣ من الدم الجاري خلال الانسجة
ويبقى المحتوى دون تغيير حتى يصل شعيرات الرئة عندما يهبط المحتوى
من ٥٢ الى ٤٨ سم ٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم
اثناء مروره بالرئتين .

وهناك نقطتين مدهشتين حول حمل ثاني اوكسيد الكربون الاولى
هي ان الدم يحتوي على كمية من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣
اكثر بكثير مما يحتويه من الاوكسجين . فالدم الشرياني يحتوي على ٤٨
سم ٣ من ثاني اوكسيد الكربون ولكنه يحتوي فقط على ١٩ سم ٣ من
الاوكسجين في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . والنقطة الثانية هي ان الدم عند



شكل ٨٣- تغيرات المحتوى المصاحبة مع حمل ثاني اوكسيد الكربون .

مروره بالرئتين يعطى كمية قليلة نسبيا من ثاني اوكسيد الكربون . اذ ان
الدم يصل الى الرئتين بمحتوى ٥٢ سم ٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل
١٠٠ سم ٣ من الدم ، وعندما يتركهما فانه يكون لا زال حاويا على ٤٨
سم ٣ منه والسبب في ذلك هو ان ثاني اوكسيد الكربون اكثر من ناتج
فضلة ومن الضروري ادامة مستوى كاف في الدم لقيام الجسم بوظائفه
اللازمة .



شكل ٨٤- بيان الـ ب.هـ. ان الماء متعادل (ب.هـ. ٧,٠) . وللأحماض ب.هـ. اقل من ٧ . اما ب.هـ. القلويات فيكون اكثر من ٧ .
ان الدم قلوي في ب.هـ. ٧,٤ (حدود الحياة ٧,٠ - ٧,٨) .

وبالرجوع الى (شكل ٨٤) فان اي محلول له ب.هـ. اقل من ٧ يكون حامضيا واي محلول له ب.هـ. اكثر من ٧ يكون قلويا

فالدم قلوي وذلك لان له ب.هـ. ٧,٤ وان ب.هـ. الدم يجب حفظه بين ٧,٨ و ٧ لاجل ادامة الحياة والسبب في اهمية حفظ ب.هـ. الدم في مستواه الصحيح هو ان خصائص البروتينات تختلف اختلافا كبيرا بتغير الـ ب.هـ. وان كل خمائر الجسم هي بروتينات .

ثاني اوكسيد الكربون و ب.هـ. الدم :

يحمل ثاني اوكسيد الكربون في الدم بثلاثة طرق :-

اولا كمحلول بسيط اي على شكل حامض الكربونيك

ثانيا على شكل بيكربونات الصوديوم في البلازما ، وبيكربونات البوتاسيوم في الكريات الحمراء

ثالثا على شكل كاربامينو البروتين المتعادل وخاصة مع الهيموكلوبين في الكريات الحمراء

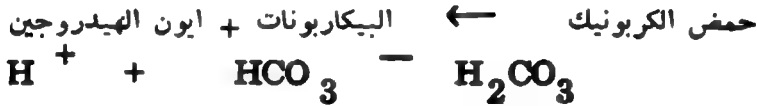
ان انتقال غاز ثاني اوكسيد الكربون الحامضي في الدم له علاقة وثيقة في ادامة ب.هـ. الدم اذ يكون ثاني اوكسيد الكربون حامض الكربونيك القوي نسبيا والذي يكون بنفسه ب.هـ. في حدود ٤ ويتعادل ثاني اوكسيد الكربون الذي بهذا الشكل في البلازما مع ثاني اوكسيد الكربون

الذي بشكل بيكاربونات الصوديوم ولحفظ ال ب. هـ في ٧٤ فإنه يجب
٢٠

ادامة نسبة — بين ثاني اوكسيد الكربون على شكل البيكاربونات
١

وثاني اوكسيد الكربون على شكل حامض الكربونيك

تتكون البيكاربونات في الكريات الحمراء ولذا فعند التقاط ثاني
اوكسيد الكربون اثناء مرور الدم خلال شعريات الانسجة ، فان معظم
ثاني اوكسيد الكربون يعبر من خلال البلازما الى الكريات الحمراء حيث
يتحول بسرعة الى حامض الكربونيك بواسطة خميرة هي الكربونيك
انهايدريز (Carbonic Anhydrase) وتتفاعل حامض الكربونيك
المتكون مع الهيموكلوبين الذي يعطي ما عنده من اوكسجين مكونا
البيكاربونات .



فتتحد ايونات الهيدروجين مع الهيموكلوبين تاركة ايونات
البيكاربونات السالبة . وحيث ان الايونات الموجبة الرئيسة الموجودة في
الكرية الحمراء هي البوتاسيوم ، فان ذلك سيؤدي لتكوين بيكاربونات
البوتاسيوم .

ان معظم البيكاربونات المتكونة بهذه الطريقة في الكرية الحمراء تعبر
الى البلازما متبادلة مع الكلورايد الذي يدخل الى الكرية الحمراء . وعندما
تدخل البيكاربونات الى البلازما حيث يكون الصوديوم هو الايون الرئيسي
هناك ، فانها تكون بيكاربونات الصوديوم ويكون الكلورايد الداخلى الى
الكرية الحمراء كلورايد البوتاسيوم

وتنعكس العملية بكاملها حينما يذهب الدم الى الرئتين فيخرج
الكلورايد من الكرية الحمراء الى البلازما ، وتذهب البيكاربونات من
البلازما الى الكرية الحمراء حيث تتحطم بواسطة خميرة الكاربونيك
انهايدريز الى ثاني اوكسيد الكربون والماء فيخرج من ثم الى البلازما ومن
خلال الغشاء السنخي الى اسناخ الرئتين . ان حركة الكلورايد الى داخل
الكرية الحمراء عندما يمر الدم في الانسجة والى خارجها في الرئتين تسمى
بانحراف الكلورايد (Chloride Shift)

السيطرة على التنفس

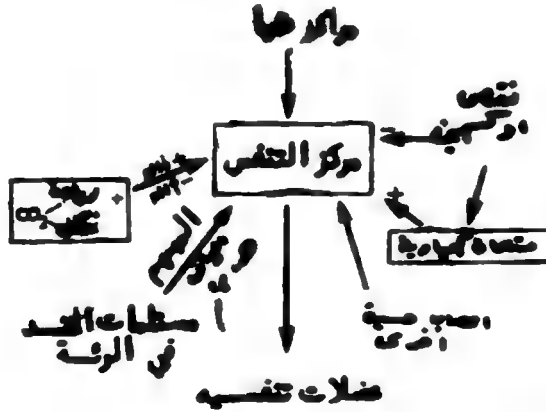
ان مركز التنفس يكون تحت سيطرة عدد من العوامل (شكل ٨٥)

واهمها هو ب. هـ الدم ومستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم . واذا ما كان مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم عاليا جدا ، فان مركز التنفس سيتنبه ويزداد التنفس ان تأثيرات زيادة التنفس ستمكن من تكوين هواء سنخي اكثر شبها بهواء الغرفة اي ان ثاني اوكسيد الكربون السنخي سينخفض من ٦٪ متجها الى صفر بالمائة .

وعندما يطرح ثاني اوكسيد الكربون خارج الرئتين فان توتره سيهبط في الدم الشرياني وتحصل حالة توازن جديدة معه في الدم الشرياني على المستوى الصحيح

وعلى العكس فاذا كان مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدم واطنا جدا ، فسيكون هنالك دفعا اقل على مركز التنفس ، وسيخفض التنفس مؤقتا حتى يعود ثاني اوكسيد الكربون في الدم الى مستواه الاصلي

ان نقص الاوكسجين ينبه التنفس عن طريق المستلمات الكيميائية . فهناك خلايا موجودة في الجسم السباتي وجسم الابهر والتي تعين محتوى الاوكسجين في الدم فاذا ما هبط محتوى الاوكسجين فانها ترسل نبضات عصبية الى مركز التنفس لتنبيه التنفس



شكا ، ٨٥- العوامل المسيطرة على التنفس .

واذا ما كان نقص الاوكسجين حادا جدا ، فانه سيؤدي الى خفض مركز التنفس بفعل مباشر ولن يكون بعد ذلك لتنبيه المستلمات الكيميائية اي اثر .

وتحور المراكز العليا من فعالية مركز التنفس فبالامكان اخذ السيطرة من مركز التنفس لفترة قصيرة والقيام بافعال ارادية في زيادة او خفض التنفس وتنبيه الاثارات العاطفية التنفس عن طريق مركز

التنفس ، وان كانت حادة فقد تؤدي الى طرح كل ثاني اوكسيد الكربون خارجا مسببة بذلك اثارا خطيرة

وان المراكز العليا تحور من نمط التنفس بصورة كاملة عند الكلام او الغناء الخ . اذ انه في مثل هذه الحالات فان نمط التنفس يعين بالجملة المتكلمة او بالمخرج الموسيقي المغني اذ من الصعب التكلم اثناء الشهيق ، ولذا فان الكلام والغناء يحدث فقط اثناء الزفير والنمط التنفسي عند القيام بهذه المناورات يتكون من زفير طويل بطيء يتبعه شهيق حاد قصير جدا

يتوقف التنفس عند البلع ، واذا لم يحدث ذلك فان الطعام سيذهب في الطريق الخاطيء اي انه سيستنشق الى الحنجرة والرغامي بدلا من مروره الى المرء . ويوقف التنفس في اي طور من اطوار الدورة التنفسية يتوقف تقلص عضلات القفص الصدري والحجاب الحاجز انيا ويحفظ الصدر في حجم معين حتى تتم عملية البلع

واذا ما كان الشخص فاقد الوعي فيصبح البلع عندئذ غير ممكن ولذا فيجب عدم اعطاء اية سوائل الى شخص فاقد الوعي حيث انها ستستنشق الى الرئتين في الشهيق التالي وفي حالة فقدان الوعي فان اللسان قد يهدد للخلف ويسد المسلك الهوائي واذا ما حدث هذا فان التنفس سيقف وسيكون من الضروري مد الرأس او تحريك الفك الاسفل للامام لازالة الانسداد . يثبت عادة في فم المريض بعد خروجه من صالة العمليات مسلكا هوائيا يمسك اللسان ويسمح بمرور الهواء بحرية . ولذا فيجب عدم ازالة هذا المسلك الهوائي حتى يعود المريض الى وعيه

ان الشهيق الطبيعي يحدد بمنكمس هيرنك - برويبر (Hering-Breuer) فعند الشهيق تتمدد الرئتان وترسل مستلمات الشد (Stretch Receptors) في الرئتين معلومات حسية بواسطة العصب المبهم الى مركز التنفس ليوقف الشهيق ولو لا وجود نبضات هيرنك برويبر هذه لاصبح التنفس اشد عمقا مما هو عليه دون اي تأثير على التهوية الرئوية .

ادامة ب.ه. الدم بواسطة التنفس

MAINTENANCE OF BLOOD PH BY RESPIRATION

يلعب مركز التنفس دورا مهما جدا في ادامة ب.ه. الدم عند ٧.٤ وهو يقوم بذلك بالتعاون مع الكليتين ولكنه يستطيع العمل بسرعة اكثر مهم الكليتين فلقد تن بان ادامة ب.ه. الدم يعتمد على بيكاربونات

الصوديوم الموجودة في البلازما والتي يكون تركيزها ٢٠ مرة أكثر من تركيز حامض الكربونيك فيها

فاذا حدث ودخل حمض غريب الى الدم ، كحمض الكبريتيك او حمض الفوسفوريك الموجود في شراب الليمونادة الرخيص او حمض الاسيتواسيتيك في حالة داء السكر ، فان بيكاربونات الصوديوم تكون جاهزة لمعادلة الحامض

بيكاربونات الصوديوم + حمض الكبريتيك \rightarrow كبريتات الصوديوم + ثاني اوكسيد الكربون + الماء .

(متعادل)

ويطرح ثاني اوكسيد الكربون المتحرر عند مرور الدم ثانية في الرئتين . وتكون النتيجة النهائية انخفاض كمية بيكاربونات الصوديوم في البلازما ولذلك فان نسبة بيكاربونات الصوديوم الى حامض الكاربونيك تكون واطنة جدا ويصبح الدم اكثر حامضية ويهبط ال ب. هـ من ٧٤ الى ٧٣ او اقل ان هبوط ال ب. هـ هذا سببه التنفس بتأثيره على مركز التنفس فيزيد من سرعة التنفس . وتأثيره يكون بطرح ثاني اوكسيد الكربون كلياً من الرئتين وتخفيضه في الدم . ويكون التأثير بصورة اساسية ٢٠

على حمض الكربونيك وبذا تستعاد النسبة الاصلية — . وتأثيره العام

١

على الشخص يكون بانخفاض مستوى البيكاربونات في البلازما وان تنفسه يكون اعمق واسرع ولكن ب. هـ الدم قد حفظ في حالته القلوية عند ٧٤ ولهذا السبب تمزى الحالة السريرية لجوع الهواء التي نلاحظها عند مرضى داء السكر غير المعالجين والتي تكون عندهم اجسام كيتونية (حمض الاسيتواسينيك النخ)

وفي حالة قلوية الدم (Alkalaemia) كالتي تحدث بعد التهام كمية من بيكاربونات الصوديوم فان مستوى البيكاربونات في البلازما يكون عاليا جدا وكذلك نسبة بيكاربونات الصوديوم الى حمض الكربونيك . وتأثير ذلك هو خفض التنفس حتى يتجمع ثاني اوكسيد الكربون وبالتالي حمض الكربونيك في الدم ليعود بعدها ال ب. هـ الى حالته ولكن مع تنفس منخفض

الاختناق وفرط حمض الكربون والالاوكسية

ASPHYXIA, HYPERCAPNIA AND ANOXIA

الاختناق (Asphyxia) اسم للحالة التي يكون فيها نقص في

الايوكسجين وزيادة في ثاني اوكسيد الكربون في الجسم وتحدث مثل هذه الحالة عندما يكون التنفس غير كاف لسد حاجة الجسم ، او عند وجود انسداد تنفسي او عندما يكون التنفس في مجال ضيق بحيث يستنشق هواء الزفير

تسبب حالة الاختناق تنبيه ظاهر في التنفس وهذا يكون بسبب التأثير المشترك لزيادة ثاني اوكسيد الكربون مباشرة على مركز التنفس ، ولنقص الاوكسجين الذي يؤثر عن طريق المستلمات الكيميائية . وحيث ان ثاني اوكسيد الكربون سيظل محصورا لذا فان كمية كبيرة من حمض الكربونيك ستكون في الجسم وسيكون الدم حامضي قليلا .

وتسمى الحالة التي تكون فيها كمية ثاني اوكسيد الكربون فقط كبيرة في الجسم بفرط توتر حمض الكربون . ان حالة زيادة ثاني اوكسيد الكربون دونما نقص في الاوكسجين هي حالة غير عادية وتحدث فقط عند استنشاق خليط غازي يحتوي على نسبة عالية من ثاني اوكسيد الكربون مثل ٥٪ او ٧٪ وكمية كافية من الاوكسجين وتنبيه حالة فرط توتر حمض الكربون ، التنفس .

اما حالة نقص الاوكسجين وحده دون ان يصاحبها نقص في ثاني اوكسيد الكربون فتسمى باللااوكسية

وعلى الرغم من ان اللااوكسية قد تسبب تنبيه التنفس في مراحلها الاولى عن طريق المستلمات الكيميائية ، الا ان التنفس يقف عندما تكون الحالة شديدة .

تخفص اللااوكسية جميع اجزاء الدماغ وعلى الخصوص المراكز العليا المتعلقة بادراك الخطر . ويصبح الشخص الذي يعاني من اللااوكسية تائها ، فاقدا لكل حواس الخطر ، ثم يذهب بعدها في غيبوبة وبدون اي تنبيه تنفسي ظاهر واللااوكسية حالة خطيرة للغاية حيث ان الشخص الذي يعاني من هذه الحالة يفقد الرغبة لاتقاذ نفسه . وتقسم اللااوكسية الى اربعة انواع .

لاوكسية بنقص الاوكسجين (**Anoxic Anoxia**) والتي هي لاوكسية سببها نقص في اوكسجين الهواء المستنشق او بسبب مرض الرئة حيث لا يستطيع الاوكسجين الدخول للدم . ويصاحب الحالة توتر اوكسجيني واطيء في الدم الشرياني وقد تحدث مثل هذه الحالة عند تنفس خليط غازي لا يحوي على كمية كافية من الاوكسجين وقد تحدث الحالة ايضا عندما لا يكون هنالك ضغط جزئي كاف للاوكسجين كالذي يحصل في المرتفعات العالية وتحدث حالة لاوكسية بنقص الاوكسجين

شديدة عند دخول الشخص في جو لا يحتوي على الاوكسجين . فيتوقف التنفس بعد فترة قصيرة ويتوقف القلب ايضا

ويجب ان نتذكر بانه اذا ما تجمع ثاني اكسيد الكربون ايضا فانه تحدث حالة الاختناق وفي هذه الحالة فان الشخص يجاهد من اجل التنفس مستملا بذلك عمليا كل عضلات الجسم لذلك الفرض ولا يحصل في حالة اللااوكسية مثل هذا التنبيه التنفسي .

والنوع الثاني من اللااوكسية هي لااوكسية فقدمية (**Anaemic Anoxia**) وتكون بسبب نقص الهيموكلوبين في الدم وتوتر الاوكسجين يكون طبيعيا ولكنه يوجد نقص في كمية الاوكسجين المحمول بواسطة الدم لنقص الهيموكلوبين . واطافسة الى سبب فقر الدم ، فان هذه الحالة من اللااوكسية قد تسبب من التسمم باول اوكسيدالكربون . اذ ان اول اكسيد الكربون غاز شديد الالفة للهيموكلوبين . ويتكونه للكربوكسي هيموكلوبين فانه يجعل الهيموكلوبين على غير استعداد لحمل الاوكسجين . ويوجد اول اوكسيد الكربون في غاز الفحم وفي ابخرة العادم في السيارات

والكربوكسي هيموكلوبين يكون احمر اللون كالكرز والشخص الذي يعاني من هذه الحالة اللااوكسية يكون ذو لون احمر وردي غير طبيعي .

ان الافة اول اوكسيد الكربون مع الهيموكلوبين شديدة لدرجة قد تتطلب تعريض المصاب لضغط اوكسجيني عال جدا (اعلى من الضغط الجوي عدة مرات) وذلك لازالة اول اكسيد الكربون بسرعة . وفي الحالات الشديدة يجب اجراء عملية ابدال الدم بدم يحتوي على اوكسيد الكربون.

والنوع الثالث من اللااوكسية هي اللااوكسية الركودية (**Stagnant Anoxia**) وتكون بسبب بطء جريان الدم خلال الدورة الدموية ولذا فعلى الرغم من ان توتر الاوكسجين ومحتواه يكونان طبيعيان عند تركهما للرئة ، الا ان بطء الدم يؤدي الى عدم تجهيز الانسجة من الاوكسجين في الوقت المناسب

والنوع الرابع من اللااوكسية هي اللااوكسية بسبب الخلية (**Histotoxic Anoxia**) وتكون بسبب قصور الخلايا في استخلاص الاوكسجين من الدم وتحدث هذه الحالة عند التسمم بالسيانيد .

لقد شبت الانواع الاربعة من اللااوكسية من قبل باركروفت (**J. Barcroft, Lancet 1920**) بحالة تجهيز الحليب من معمل البان . اذ قد يكون هناك نقص في تجهيز الحليب لدار ما لعدة اسباب . فقد يكون السبب نقص الحليب في معمل الالبان (وهذا يمثل نقص

الاكسجين في حالة اللااكسية بنقص الاوكسجين) او قد يكون هناك نقص في الموزعين لتوزيع الحليب (وهذا يمثل نقص الهيموكلوبين في حالة اللااكسية ففلمية)

وقد يكون هناك حليب كاف في المعمل وموزعون كافين ولكن الموزعين يقومون بعملهم ببطء شديد مما تجعل هناك فترات طويلة في تسليم الحليب (وهذا يمثل حالة اللااكسية الركودية)

واخيرا فقد يكون هناك نوع من النقص في الحليب وذلك لعدم امكانية فتح الباب الرئيسي ولذا فقد يوجد حليب كاف في المعمل وموزعون كثيرون يدورون بانتظام لتوزيعه ولكنه لا زال هناك نقص في الحليب وذلك لعدم امكان ادخال الحليب الى الدار وهذه الحالة تمثل اللااكسية بسم الخلية ففي هذه الحالة الاخيرة من اللااكسية فان الانسجة تكون غير قادرة على سحب الاوكسجين من الدم وان الدم يعود الى الرئتين يتوتر ومحتوى عاليين مما يؤدي الى ان يكون لون الدم الوريدي احمر قانيا ايضا

زيادة الاوكسجين

OXYGEN EXCESS

من الممكن زيادة توتر الاوكسجين في الدم وذلك بتنفس الاوكسجين النقي وقد يمكن زيادة التوتر اكثر من ذلك بتنفس الاوكسجين تحت ضغط اعلى من الضغط الجوي ولكن محتوى الاوكسجين في الدم سوف لن يزداد الى اي حد اعلى لان الهيموكلوبين سيكون مشبعا تقريبا عند تنفس هواء الغرفة في مستوى سطح البحر وستحصل زيادة قليلة في الاوكسجين المذاب في البلازما ان الاوكسجين تحت الضغط العالي يكون غازا ساما ويسبب تخرشات في الرئتين واثارا سامة على خمائر الجسم . ولذا فيجب الحذر من عدم تعريض شخص الى توتر اوكسجيني عال جدا ولمدة طويلة . وفي حالات الاطفال الخدج فان توتر الاوكسجين العالي اظهر انه سبب تليفا خلف عدسة العين والتي قد تؤدي الى العمى

والتاثيرات العقلية والبدنية على الشخص الطبيعي الذي يتنفس الاوكسجين النقي في ضغط جوي واحد لمدة قصيرة تكون غير ذي بال ولا تلاحظ انة تغيرات في الفعالية العقلية اذ ان للغاز نفس رائحة وطعم هواء الغرفة ولكنه يحصل انخفاض في سرعة القلب عند معظم الاشخاص

الاكسجين عالي الضغط :

ان الاوكسجين النقي الذي يكون تحت عدة ضغوط جوية يسمى بالاوكسجين عالي الضغط (Hyperbaric Oxygen) وللحصول على مثل هذا التوتر العالي تستعمل حجرة يرفع توتر الاوكسجين فيها الى اكثر من ١٠٠٠ ملم زئبق وهناك من يدعي نجاح هذه الصنعة عند معالجة الاطفال الخدج الذين لا يتنفسون ، او في معالجة خثار القلب عند البالغين ... الخ ان الوقت الذي يسمح بالبقاء في مثل هذا الطرف محدد بسمية الاوكسجين

حدود سمية الاوكسجين :

ان الاوكسجين المتنفس لمدة طويلة من الوقت وفي ضغط عال له اثار سامة . وحدود تحمل الانسان غير معروفة بالضبط ، ولكنه يظهر بان توتر الاوكسجين لحد ٤٠٠ ملم زئبق مأمون .

والتمرض لتوتر ضغطين جويين للاوكسجين (١٥٠٠) ملم زئبق يحدث تغيرات في الرئتين والدماغ بعد ثمان ساعات

نقص ثاني اكسيد الكربون

CARBON DIOXIDE LACK

يمكن تخفيض ثاني اوكسيد الكربون في الدم وذلك بفرط التهوية الادرية ، ولكنه يجب التنبيه الى ان هذه الطريقة خطيرة الا اذا جرت تحت اشراف دقيق فاذا ما تنفس الشخص بعمق وسرعة لمدة دقيقتين عن طريق الفم ، فان توتر ثاني اوكسيد الكربون في الدم سينخفض لنصف معدله الطبيعي . وتأثير هذا الطرح الكلي لحمض الفاز ثاني اوكسيد الكربون هو تكوين قلوية الدم . ويرتفع ب.هـ. الدم من ٧٤ الى ٧٥ او اكثر .

وان تأثير الطرح الكلي لثاني اوكسيد الكربون هو زيادة استغزائية (Excitability) اعصاب وعضلات الجسم وخاصة تلك التي في الدراعين وزيادة الاستغزائية تظهر نفسها بحقيقة انه اذا ما ضغطنا ببطا على الاعصاب فانه سيحدث تقلصا عضليا حيث يؤدي بها الى سنج تلقائي يعرف بالشنج الرسغي القديمي (Carpopedal Spasm) وتسمى هذه الحالة بالتكزز (Tetany)

وقبل حدوث التكزز فانه من الممكن اظهار زيادة استغزائية الاعصاب وذلك بالضرب الخفيف على زاوية الفك لتنبيه العصب الوجهي

وفي الحالات الطبيعية فانه لن يكون لهذا الضرب اي تأثير . ولكن في حالة التركز الكامن تتقلص عضلات ذلك الجانب واذا ما شددت كفة حول الذراع ونفخت فانها ستؤدي الى تكوين شنج الرسغ واليد وبفس الوقت فان فقد ثاني اكسيد الكربون والذي هو موسع للاوعية الدموية للدماغ يؤدي الى خفض جريان الدم في المخ وتضعف الرؤيا ويصبح المجال المحيطي ضيقا . ويصبح التفكير الواضح غير ممكن وقد يشكو الشخص من الدوام (Dizziness) .

ومن المهم تذكر هذه الاعراض حيث ان فرط التهوية قد تنتج من الاناثرات الانفعالية . ويجب مراقبة اي مريض يكون جالسا في فراشه ويتنفس بفراطة ان معالجة نقص ثاني اوكسيد الكربون بسبب فرط التهوية هو جعل الشخص يتنفس مزيجا غازيا يحتوي على ثاني اوكسيد الكربون . واذا لم يكن مثل هذا المزيج الغازي جاهزا ، فانه كاسعاف اولي تجعل الشخص يتنفس هوائه من كيس ورقي وقد تحدث حالة هوس بعد فرط التهوية والتي تكون نتيجتها استمرار حالة فرط التهوية دون ان يعرف الشخص ان تلك الحالة مستمرة وعندما يزداد مستوى ثاني اوكسيد الكربون في الدماغ فان هذه الحالة تبدأ بالنقصان والعودة الى الحالة الطبيعية .

الزراق

Gyanosis

ان الشخص الذي يعاني من حالة اللااوكسية يصبح زراقيا ظاهرا للعيان عندما يكون محتوى اوكسجين اوعية الجلد الدموية واطنا الى حد ان اكثر من خمس غرامات من الهيموكلوبين في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم تكون في حالة اختزال . (اي غير متحدة بالاوكسجين) ويرى الزراق في مرضى اللااوكسية بنقص الاوكسجين والااوكسية الركودية ويجب التذكر بان المريض بفقر الدم الشديد قد لا يحتوي على كمية كافية من الهيموكلوبين لاطهار الزراق مهما كانت شدة اللااوكسية بنقص الاوكسجين .

١٠ - اضطرابات وظيفة التنفس

الاضطرابات المؤثرة في آلية التنفس

ان بعض التغيرات المرضية الشائعة التي تحصل في الجهاز التنفسي هي كما يلي :-

١ - قصور الشهيق (Inspiratory Failure)

يتم الشهيق كما مر ذكره بفعالية مركز التنفس الذي يرسل نبضات عصبية الى خلايا القرن الامامي المجهزة للعضلات التنفسية وتنقل خلايا القرن الامامي هذه النبضات العصبية الى العضلات نفسها

ان مركز التنفس هو جزء من الدماغ والذي قد يتلف نتيجة اي اذى يصيب الدماغ مثل الكلم واللاوكسية او جرعة عالية من الادوية بضمنها المخدرات واذا ما توقف عمل مركز التنفس ، فان التنفس الطبيعي سيتوقف .

ان التهاب سنجابية النخاع (Poliomyelitis) هو خمج حموي يهاجم خلايا القرن الامامي للحبل الشوكي فاذا ما تأثرت شذافات الحبل الشوكي المسيطرة على العضلات التنفسية بهذا المرض فان التنفس سيضعف لشلل هذه العضلات التنفسية واذا ما كان المفقود من قوة العضلات كبيرا فان التنفس الاصطناعي سيكون ضروريا حتى تستعيد هذه العضلات قوتها ، ان تسمى لها ذلك وتستخدم لذلك رئة حديدية (منفسة بشكل صندوق) او منفسة ذات ضغط موجب توصل مع انبوب فغر الرغامي (Tracheostomy) ان سم سهام الهندود الامريكيين (كوراري) (Curare) بسبب الشلل وذلك بحصر انتقال النبضات العصبية في اللوحة الانتهاية للمحرك المصاحبة مع الياف العضلات الارادية وان احد مشتقاته (Tubocurarine) يستعمل كمرخي عضلي . وعند استعمال مثل هذا المرخي العضلي لخفض مستوى التخدير اللازم لاحداث ارتخاء في عضلات البطن مثلا ، فانه سيشل ايضا العضلات التنفسية . وفي هذه الحالة يجب استخدام التنفس الاصطناعي طوال مدة العملية والاستمرار بها حتى زوال تأثير المرخي العضلي .

٢ - قصور الزفير (Expiratory Failure)

حيث ان الزفير يتم بواسطة الارتداد المطاطي للرئتين وفي حالات استثنائية فقط ، بواسطة عضلات الزفير ، فان قصور الزفير يكون بسبب فقدان المطاطية وينتج لتلف الانسجة المطاطية بسبب التهاب

القصبات الزمن والسعال لعدد من السنين . وان تأثير مثل هذا الفقدان لمطاطية النسيج تظهر بقابلية الصدر للحركة تجاه وضع الشهيق الكامل ويعطي هذا الصدر الشبيه بالبرميل الشكل النموذجي لحالة الانتفاخ (**Emphysema**) والتي يصاحبها عسر في الزفير .

٣ - استرواح الصدر (**Pneumothorax**) :

لقد رأينا انه اذا ما دخل الهواء بين الرئتين وجدار الصدر فان التنفس سيضعف . ومثل استرواح الصدر هذا يصاحبه انحراف المنصف الى الجانب الاخر

٤ - الانصباب الجنبي (**Pleural Effusion**) :

اذا ما دخل سائل بين الرئتين وجدار الصدر ، او اذا ما دخل الدم نتيجة اذى (صدر مدمى) (**Haemothorax**) فان التنفس سيضعف ومرة اخرى سينحرف المنصف الى الجهة الاخرى

٥ - القصبة المحصورة (**Blocked Bronchus**) :

واذا ما حشرت القصبة بحيث ان الهواء لا يستطيع دخول فص من الرئة ، فان الهواء المحصور سيتمص من قبل الدم وتنكمش الرئة . وتأثير الرئة المنكمشة هذه المرة سيكون بسحب المنصف الى جانبها

٦ - حصر المسالك الهوائي الجزئي :

في الربو وحالات شنج القصبات (**Bronchospasm**) الاخرى تضيق المسالك الهوائية وعليه فانه على الرغم من ان التنفس قد يكون كافيا عندما تكون سرعته واطئة ، لكن اية محاولة لجهد ستسبب المضايقة . اذ تحتوي المسالك الهوائية على عضلات ملساء في جدرانها مجهزة من الجهازين العصبي الودي واللاودي . فالجهاز العصبي الودي موسع لهذه القصبات بينما الجهاز العصبي اللاودي مضيق لها . وعليه فان فعالية الجهاز العصبي اللاودي في الربو تكون ذات فعالية كبيرة ، بينما تكون فعالية الجهاز العصبي الودي غير كافية

ولزيادة سعة المسالك الهوائية ، فان بعض الادوية مثل الاتروبين (**Atropine**) والهوسين (**Hyoscine**) تستعمل لحصر الفعالية اللاودية . بينما تعطي الادوية مثل الادرينالين (**Adrenaline**) والنورادرينالين (**Noradrenaline**) لزيادة الفعالية الودية . ويعطي الايزوبرينالين (**Isoprenaline**) والذي هو احد مشتقات النورادرينالين على شكل نشوق رذاذ (شكل ٨٦) . وحيث ان الهستامين يسبب تقلص هذه العضلات الملساء ايضا في القصبات والقصيبات فانه

يمكن اعطاء ادوية ضد الهستامين (Antihistamine) والقشرانيات (Corticoids) .



شكل ٨٦- رذاذ موسع القصبات - ان عصر المضخة اليدوية يسبب رذاذا ناعما من الايزوبرينالين او السالبوتامول حيث انه عند استنشاقه يسبب توسع العضلات المساء للجهاز التنفسي ويفرج عن شنج القصبات .

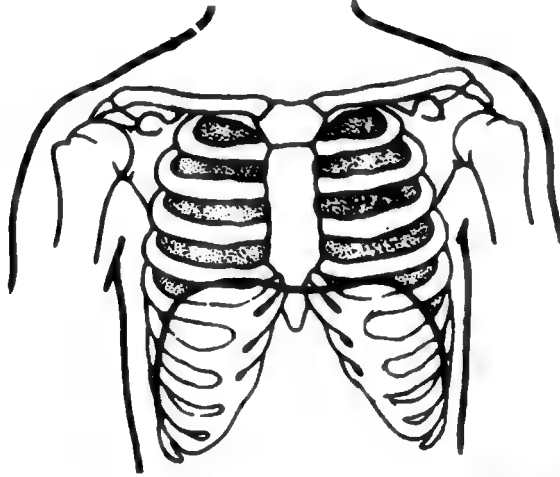
٧- التصلب (Consolidation) :

قد تتصلب الرئة في ذات الرئة الفصية (Lobar Pneumonia) كجزء من التغيرات المرضية .

القواعد الفسلجية المؤكدة للفحوص السريرية

القرع (Percussion) للتأكد من ان التغيرات المرضية قد حدثت في هذه الحالات فانه تستعمل بعض القواعد الاساسية . اولهما ان نسيج الرئة السليمة يعطى نغمة مميزة عند قرع الصدر فالنغمة الصادرة عن قرع جدار صدر فوق نسيج رئة سليمة لن تكون جوفاء كالتي نجدها فوق فقاعة هوائية في المعدة ولا قاتمة كالتي نراها فوق الكبد. ويستخدم القرع المتوسط عادة فيوضع اصبع يد واحدة ملاصقا لجدار الصدر حيث يضرب مركز السلامي الوسطى بشدة بطرف اصبع اليد الاخرى .

ويمكن التدريب على هذه الطريقة باستعمال سطح مجوف كالمضدة
واخر صلبا كالجدار . فيمكن بذلك سماع الفرق بين الاجسام المجوفة
والاجسام الصلبة . واذا ما قرع الجانب الايمن من الصدر (شكل ٨٧)
عندما يكون الشخص مستلقيا فانه يلاحظ تغير واضح في النغمة من
الصوت الطبيعي للرئة الى الصوت القاتم للكبد حيث يسمع هذا في حوالي
المسافة الرابعة بين الاضلاع . وهذا يعطي موضع الحجاب الحاجز والذي
غالبا ما يكون اعلى مما يتوقعه المرء ، ويجب مقارنة نغمة القرع على جانبي
الصدر في عدة مستويات من الامام ومن الخلف . واذا ما تغيرت حالة
الرئة ، فان نغمة القرع ستتغير ايضا فاسترواح الصدر يعطي صوتا
اجوف بينما يعطي الانصباب الجنبى صوتا اكثر قتامة .



شكل -٨٧- الرئتان في الصدر . لاحظ مدى امتداد الحجاب الحاجز
عاليا امام الصدر .

اصوات التنفس :-

تعمل الرئة كمضخة للصوت ولذلك فان الاصوات لن تنتقل
بسهولة من خلال المسالك الهوائية الكبيرة الى جدار الصدر . وعندما
يحدث التنفس فان الهواء الداخل والخارج من الحنجرة والرقامي يكون
اضطرابا خلال الشهيق وخلال الزفير . ولذلك فهناك صوتان تنفسيان ،
واحدا اثناء الشهيق والآخر اثناء الزفير . ويمكن سماعهما بوضوح عند
وضع السماعرة على الرقامي والقصبة الكبيرة . وتسمى هذه الاصوات
بالتنفس القصبي . ولا تسمع اصوات التنفس القصبي على محيط
الرئتين مثل الابط . ولكنه بدلا من ذلك يسمع صوتا خافتا عند دخول
الهواء الى الاسناخ . ويسمى هذا بالتنفس الحويصلي

(Vesicular Breathing) ويتكون من صوت ضعيف خافت خلال الشهيق وفي بداية الزفير ولا يسمع أي صوت في نهاية الزفير . ولذا فيكون للتنفس القصبي عنصران خلال الدورة التنفسية بينما يسكون للتنفس الحويصلي عنصر واحد .

وحيث ان اصوات الهواء المتحرك في القصبات صعودا ونزولا ليست عالية ، لذا فقد يمكن سماع اصوات اضافية عندما يلفظ الشخص كلمة (٩٩) او (١٤١٤) . وستتحور هذه الاصوات وتضعف ، لذا ففي الظروف الطبيعية تسمع اصوات مكتومة غير واضحة جدا عند وضع السماعة على جدار الصدر . وتسمع هذه الاصوات بوضوح عند تصلب الرئة .

ويمكن غالبا الاحساس بتردادات واطنة بدلا من سماعها . ولذا فتوضع اليد مبسوطة على الصدر في الوقت الذي يلفظ فيه الرقم (٩٩) وتقارن الاهتزازات على الجانبين . ففي التصلب توجد زيادة واضحة في الحسيس الصوتي للمسسي **(Tactile Vocal Fremitus)** وهو الاسم الذي يطلق على هذه الاهتزازات التي يمكن جسيها باليد .

وقد تسمع اصوات اخرى . فالصفير **(Rhonchi)** ينتسج من افراط في افراز المخاط وتكون للمسالك الهوائية الكبيرة نوعية موسيقية . وتتكون الهسات **(Rales)** والفرقعات من القصبات النهائية حيث تشابه صوت الفرقة .

١ ان الانسداد الجزئي للتنفس يكون صاخبا ويلخص كالآتي :-

- ١ - الشخير **(Snoring)** عندما يسد اللسان البلعوم
- ٢ - صياح الدبك **(Crowing)** عندما يكون هناك شنج في الحنجرة
- ٣ - القرقرة **(Gurgling)** عندما يكون السائل في المسالك الهوائية الكبيرة .
- ٤ - الازيز **(Wheezing)** = انسداد القصبات .

الفحص السريري :

بهذه القواعد السابقة فان المريض باضطراب تنفسي يفحص بالطريقة التالية . اولا تاريخ مفصل لحالة الشخص والعائلة وحياته الاجتماعية . ويشمل الفحص السريري .

- ١ - التأمل **(Inspection)**
- ٢ - القرع **(Palpation)**

٢ - الجس (Percussion)

٤ - التسمع (Auscultation)

وعند التأمل يجب التذكر بان لجانبي الجسم تجهيز عصبي مستقل وانه لمن غير الطبيعي لاية آفة مرضية للجهاز التنفسي ان تؤثر على جانبي الجسم بالتساوي . ولذا فان التناظر مهم جدا وان اي اختلاف في التناظر يجب ملاحظته . وبنفس الوقت تلاحظ سرعة التنفس والمضغلات التنفسية المستخلصة .

ان التناظر في حركة الصدر يمكن التأكد منه بالجس وللتأكد عما اذا كان النصف قد انحرف ، فيجب ان تجس الرغامي عند الثلمة الودجية وتعين موضع ضربة القمة . وعندما يكون استرواح الصدر في الجانب الايمن فان ضربة القمة قد تنحرف الى الابط الايسر . ومن ثم يستعمل القرع والتسمع لاقرار التشخيص . وعند قرع الظهر فانه من المهم تحريك الكف للجانب ويتم ذلك بالطلب من المريض بضم ذراعيه امام الصدر .

ولوجود اختلافات واسعة في الحالات الطبيعية ، فانه تقارن النقاط المتشابهة على جانبي الصدر ، اذ ان اي اختلاف بينهما له اهمية تشخيصية .

واذا لم تمكن الفحوص السريرية السابقة من اقرار التشخيص فيصور الصدر شعاعيا وان كان ضروريا يجري فحص وظيفة الرئة (Pulmonary Function) وكذلك كيمياء الدم . وهذه الفحوص تشمل حجوم الرئة ، السعة الحيوية ، حجم الزفير القوي لثانية واحدة ، سعة الشمالة الوظيفية ، حجم التهوية القصوى ، توتر الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون في الدم الشرياني ومستوى بيكاربونات البلازما

ان قابلية الجهاز التنفسي لتحريك الهواء بسرعة داخل وخارج الصدر ، ستضعف اذا ما فقدت الرئتان وجدار الصدر مطاطيتهما ، واذا ما تضيق المسالك الهوائية او اذا ما ضعفت العضلات التنفسية .
المطاوعة الرئوية - مطاوعة الرئتين :

يحدث التنفس فقط بسبب مطاطية تركيب الرئتين والصدر . ان المطاوعة كلمة مشوشة للتعبير عن شدهما . فهو مقياس للسهولة التي تتمدد بها الرئتان وجدار الصدر عندما يزداد الضغط داخليا .

زيادة في الحجم

المطاوعة =

زيادة في الضغط

وهي عكس المطاطية والتي هي زيادة الضغط الناتجة عن زيادة الحجم . فالمطاطية هي القساوة الموجودة عند جعل الرئتين وجدار الصدر يتمددان . وعليه فإذا ما تمددت رئتا مريض بسهولة أقل فانهما سيكونان في حالة مطاوعة منخفضة (ولكن زيادة القساوة او المطاطية وهنسا التشويش)

تقاس المطاوعة بارخاء العضلات التنفسية وإيجاد الزيادة الحاصلة في ضغط الرغامي عندما يزداد حجم الرئة بادخال الهواء في الرئتين في دفعات ذات ٥٠٠ سم ٣ وهذا يعطي المطاوعة المشتركة للرئتين وجدار الصدر . وتقاس هذه عادة في المرضى وهم تحت تأثير المخدر .

وإذا ما سجل ضغط المريء كدلالة للضغط خارج الرئتين (ولكن داخل جدار الصدر = ضغط داخل الصدر او داخل الجنب) فانه يمكن إيجاد مطاوعة الرئتين وحدهما . ومن المطاوعة المشتركة ومطاوعة الرئة ، يكون بالإمكان حساب مطاوعة جدار الصدر .

وعند تعيين المطاوعة ، فان الحجم تقاس بالليترات وتقاس الضغوط عادة بسنتمترات الماء (١ سنتمتر ماء = ١٠.٧ م زئبق) .

الارقام التالية هي :

المطاوعة الرئوية (الرئتان + جدار الصدر) = ١.٠ لتر / سنتمتر ماء
مطاوعة الرئة = ٢.٠ لتر / سنتمتر ماء
مطاوعة جدار الصدر = ٢.٠ لتر / سنتمتر ماء

ان المطاوعة المشتركة تكون عادة اقل من مطاوعة الجزئين وذلك لان الرئتين وجدار الصدر سوية ليسا بمطاوعة كل من الرئتين او جدار الصدر منفردين .

وزيادة المطاوعة تكون مصحوبة بشلل رخوي لعضلات جدار الصدر او استرواح صدري مفتوح

وانخفاض المطاوعة تكون بسبب زيادة القساوة في كل من الرئتين وجدار الصدر ، ويلاحظ ذلك في المرضى المسنين الذين لديهم انسجة مطاطية اقل من الانسجة الليفية ، وفي حالات الحمل وذلك بسبب التمدد البطني . ويلاحظ انخفاض مطاوعة جدار الصدر عند ازدياد توتر عضلات بين الاضلاع مع شلل شنجي او عندما يبط الحركة الم في الاضلاع وكذلك تلاحظ في التهاب الفقار (Spondylitis) لمفاصل الاضلاع وفي التهاب العضل (Myositis) وتليف العضلات .

ويشاهد انخفاض مطاوعة الرئة في حالات تليف الرئة وخزب الرئة والربو .

ان تمدد الرئتين وجدار الصدر اثناء الشهيق تقاوم من قبيل
الخاصية المطاطية للرئتين والتي تميل لان تحفظ الرئتين في اصغر حجم
ممكن . ويجب استهلاك الطاقة من قبل العضلات التنفسية لشد الرئتين
اثناء الشهيق وتستعاد معظم هذه الطاقة خلال الزفير التالي عندما تعيد
المطاطية الرئتين وجدار الصدر الى مستوى التنفس الساكن وتفقد
كمية قليلة من الحرارة والطاقة بسبب الاحتكاك .

في الرماية ، تستهلك الطاقة عند سحب القوس الى الوراء ولكن
هذه الطاقة تستعاد عندما يتحرر القوس (اذ تنتقل الى السهم الذي
ينطلق بسرعة عالية)

التوتر السطحي ومطاوعة الرئة :

ان سطح الماء فيما بين الهواء والماء يتصرف مثل الجلد وتسمى
هذه الصفة بالتوتر السطحي .

ان هذا التأثير الشبيه بالجلد هو الذي يسمح لزهر الكبريت لان
يطفو فوق سطح الماء وتقلل المنظفات (والصابون) من التوتر السطحي
للسوائل المائية مما تسبب غطس المسحوق . وتستخدم هذه القاعدة في
فحص هاي للبول (Hay's Urine Test) لوجود املاح الصفراء
(مما تسبب غطس زهر الكبريت بسبب خاصيتها الشبيهة بالمنظفات)

ان التوتر السطحي يميّز مرور الهواء من خلال الانابيب المبللة
الصغيرة والمسافات الهوائية ولذا فانه يكون من الصعب التنفس من
خلال قناع قماش مشبع بالماء وذلك لان طبقة الماء ستحصر المسافات
الهوائية الصغيرة في القماش . ان اسناخ الرئتين مغلقة بطبقة من الماء
تسمح بتبادل الغازات (ان الاوكسجين يجب ان يدوب اولاً في الماء قبل ان
ينتشر خلال الجدار السنخي الى الدم في الشعريات الرئوية) . واذا ما تم
طرح كمية كبيرة من الهواء اثناء الزفير من سنخ يقابل جوانب التماس ،
فانه تتكون طبقة من الماء تمنع دخول الهواء في الشهيق التالي ولذا فانه
يتطلب جهداً شهيقياً اضافياً للتغلب على التوتر السطحي واعادة فتح
السنخ (Alveolus) .

السرفاكاتانت (Surfactant)

وهذه مادة شبيهة بالمنظفات موجودة في الاسناخ وتقلل من التوتر
السطحي للسائل السنخي . وفعلها يتم بالسماح للاسناخ بالتمدد بسرعة
اكبر خلال الشهيق وبدا فيكون لها تأثير في زيادة مطاوعة الرئتين .

ان نقص السرفاكاتانت في طفل حديث الولادة (مرض الغشاء
الزجاجي (Hayaline Membrane Disease) يكون مصحوباً

بانكماش رئوي متزايد او قصور الرئتين من التمدد مع الهواء عند الولادة
(انخماص) (Atelactasis) وتقص السرفاكتانت قد يؤدي الى انكماش
مناطق من الرئة بعد عملية فتح الصدر عند استعمال مضخة الارواء
(Pump-Perfusion)

مقاومة المسالك الهوائية لجريان الهواء

ان المسالك الهوائية تعطي مقاومة لجريان الهواء (كالشربينات التي
تعطي مقاومة لجريان الدم) وهذه المقاومة لا تكون لها اهمية عند
الشخص الطبيعي عندما تكون سرعة جريان الهواء واطئة ، ولكنها تكون
ذات اهمية عندما تكون سرعة جريان الهواء عالية اثناء التمارين او عندما
تكون المسالك الهوائية متضيفة (شنج قصبي) (Bronchospasm)
كما في حالة الربو .

لاحظ حالة مريض مصاب بشنج قصبي يحاول التنفس بسرعة
فالشهيق سيقلل الضغط في الرئتين وسيسحب الهواء ببطء الى الرئتين
من خلال المسالك الهوائية الضيقة . واول كمية من الهواء التي ستصل
الاسناخ هو الهواء السنخي الذي كان موجودا في الحيز الميت بعد الزفير
السابق . وبسبب مقاومة المسالك الهوائية فانسه سيمضي وقت ليس
بالقصير قبل ان يتمكن الهواء الخارجي (هواء الغرفة) من الوصول الى
الاسناخ . وبسبب سرعة التنفس العالية فان الزفير يكون قد ابتدا قبل
هذا الوقت ولذلك لن يتمكن هواء الغرفة من الوصول الى الاسناخ
وسوف لن تكون هنالك تهوية سنخية فعالة وهذا ما سيؤدي الى
الاختناق

نسبة التهوية والارواء (Ventilation-Perfusion Ratio)

لكي يمكن الحصول على تبادل غازي فعال في الرئتين فان التهوية
السنخية يجب ان تتوزع بشكل يتناسب مع الجريان الرئوي للدم في
جميع اجزاء الرئة . ولذا فان كل جزء عليه ان يغير من نسبة التهوية
والارواء

ولناخذ حالة متطرفة . فاذا جرى كل الدم الرئوي الى الرئة اليمنى
وان كل الهواء المستنشق قد ذهب الى الرئة اليسرى فسوف لن يكون
هنالك تبادل غازي فعال . ولذلك فان الدم في الرئة اليمنى سيعمل
تحويلة (Shunt)

وحتى لو حدث مثل هذا التحويل على مقياس ضيق فانه سيكون
هنالك هبوطا ملحوظا في توتر اوكسجين الدم الشرياني وذلك لان الدم

الجاري خلال الفص غير المهوى سوف لن يأخذ الاوكسجين وان الدم المختزل فيه سيمتزج مع الدم الاوكسجيني من بقية الرئتين وان الدم الذي يترك الرئتين ويعمر في الجانب الايسر من القلب الى الشرايين سيحتوي على هيموكلوبين مختزل . واذا ما كانت اكثر من خمس غرامات من الهيموكلوبين في الدم بشكل مختزل ، فستظهر على المريض علائم الزراق

وبسبب انحدار منحني افتراق الاوكسجين وحقيقة ان الدم الخارج من منطقة الرئة الطبيعية يكون مشبعاً تقريباً كلياً بالاوكسجين فانه لن يكون بإمكان منطقة الرئة الطبيعية المهواة ان تأخذ كمية اكبر من الاوكسجين للتعميض . ولن يكون الخليط الغازي الغني بالاوكسجين فعالاً اذا ما اعطي للمريض كي يتنفسه . . اذ ان هذا سيجب فقط زيادة كمية الاوكسجين المذابة وسيكون له اثر ضعيف في زيادة كمية الاوكسجين المحمولة كاو كسي هيموكلوبين . ولن يكون هناك بالطبع احتباس لثاني اوكسيد الكربون ، حيث ان لمنحنى افتراق ثاني اوكسيد الكربون شكل مختلف ، وان كمية كبيرة منه تبرز من نسيج الرئة المهواة

واذا توقفت تهوية فص ما في احدى الرئتين فان جريان الدم يتوقف بالية خاصة . والطريقة التي يحدث بها ذلك لا زالت غير واضحة ، ولكنه من المحتمل ان تكون استجابة موضعية للشعيرات الرئوية حيث تنقلص عند وجود نقص في الاوكسجين في الاسناخ .

الخلاصة :

ان ضغطاً جزئياً عال لثاني اوكسيد الكربون (PCO_2) في الدم الشرياني يكون دالاً على وجود تهوية سنخية غير كافية وقد يكون السبب في ذلك انحطاط في المركز التنفسي ، او ضعف العضلات التنفسية ، او افات الرئة وجدار الصدر ، او انسداد في التنفس ، او زيادة في الحيز الميت الفسلجي بسبب قلة ارواء الاسناخ .

وعندما يكون الضغط الجزئي للاوكسجين (PO_2) في الدم

الشرياني اقل بصورة واضحة من الضغط الجزئي للاوكسجين في الهواء السنخي في الوقت الذي يكون فيه ضغط ثاني اوكسيد الكربون طبيعياً ، فانه يكون عندئذ من المتوقع حدوث تحويله .

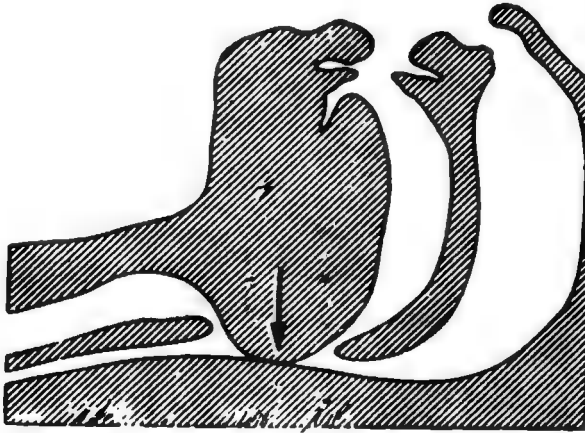
الإفاعة الطارئة

EMERGENCY RESUSCITATION

اذا ما وقف تنفس الشخص فانه يكون عندئذ من الضروري اجراء

عملية التنفس الاصطناعي (Artificial Respiration) بأسرع ما يمكن وان الطريقة التي تعتبر اكثر فعالية للتنفس الطبيعي كاسعاف اولي هي طريقة الافاقه بهواء زفير القم للقم ولكي يتم اجراء هذه الطريقة بصورة مرضية ، فانه يكون من المهم اولا ازالة اي عائق في المسالك الهوائية حيث انه من السهل على الشخص الفاقد الوعي ان يبتلع لسانه فيسد بذلك البلعوم (شكل ٨٨)

يطرح الشخص على ظهره ويمدد الراس ويفلق الانف ويحرك الفك الى الامام كما في (شكل ٨٩) ثم يطبق القم على فم الشخص المصاب باحكام وتنفخ الرئتان من هواء زفير المسعف فهواء الزفير لا زال يحتوي على ١٦-١٧٪ من الاوكسجين (بدلا من ٢١٪ في هواء الغرفة) وهذه الكمية من الاوكسجين تكون كافية للتنفس . وبعد نفخ رئتي المصاب يبعد المسعف راسه ويستدير ليلاحظ صدر المصاب واذا ما كان المسلك الهوائي خاليا من اي عائق فانه يمكن رؤية الصدر وهو يفرغ من الهواء . وبنفس الوقت ياخذ المسعف شهيقا اخر ويطبق فمه على فم المصاب لاجراء نفخة اخرى .



شكل ٨٨- اللسان يحصر البلعوم (الناطق البيضاء للمسالك الهوائية).
عندما يكون شخص فاقد الوعي ممددا على ظهره ، فان اللسان قد يهد الى الخلف ويحصر المسلك الهوائي .

واذا لم تحدث ست نفخات للرئتين اي تحسن في لون المصاب ، فعندها يجب توقع حدوث توقف القلب (Cardiac Arrest) ومن المهم معرفة ما اذا كان القلب لا زال يضرب ام لا قبل البدء بعملية افاقه القلب . والعلامات التي ينظر لها هو اختفاء النبض السباتي واختفاء



شكل ٨٩- تنفس الفم للفم (الافاقه بهواء الزفير) . يسد الانف بالابهام والسبابة . وتضغط اليد على الجبهة لتمدد الرأس . وبنفس الوقت يسحب الفك الى الامام ، وتنفخ الرئتان بوضع فم المسعف على فم المصاب . ومن الممكن نفخ الرئتين من خلال الانف .

اصوات القلب (حيث تسمع بتقريب اذن الشخص الى صدر المصاب) وتوسع يؤبؤ العين (على الرغم من ان هذا قد يشاهد في حالات اخرى)

يتم التدليك الخارجي للقلب وذلك بتسليط ضغط بواسطة كعب احدى اليدين في الوقت الذي تكون فيها اليد الاخرى فوقها (شكل ٩٠) ، على نقطة في الخط النصف لربع المسافة الى اعلى القص . ثم يضغط على القص لمسافة ١-٢ بوصة وبذلك فان الدم الموجود في البطينين سيدفع للخارج نحو الشرايين وعند رفع الضغط فان الدم سيدخل البطينين من الاذنين والاوردة وباعادة هذه العملية ٦ مرة في الدقيقة فانه يمكن ادامة دورة دموية كافية . ولكنه مع الاسف لا يمكن ادامة تهوية رئوية للرئتين بهذه العملية . ولذا يكون من الضروري اجراء عملية افاقه الفم للفم مرة اخرى بصورة متناوبة مع التدليك الخارجي للقلب . فتعطى نفخة رئوية واحدة متبوعة بستة تدليكات قلبية ثم بنفخة رئوية وهكذا ، وباجراء هذه العملية فانه يمكن ادامة حياة الشخص لساعة او ساعتين اخرى .

ويجب البدء بعملية تدليك القلب خلال دقيقتين من توقف القلب ، والا حدث اذى دماغيا لا يعكس

وتعتمد المعالجة التي تتبع ذلك على الخدمات المتيسرة . فقد يمكن ادامة التنفس الاصطناعي باستعمال مضخة بعد تنبيب (Intubation)

المسالك الهوائية من خلال الفم او بعد عملية فغر الرغامي واذا ما كان القلب في حالة رجفان بطيني (Ventricular Fibrillation) فتستعمل مسارات كهربائية ضد الرجفان على الصدر لارسال صدمات كهربائية الى القلب حتى يمكن ارجاع القلب الى نسقته الاصلية



شكل - ٩٠ - التدليك الخارجي للقلب . يسلط ضغط بواسطة عقب اليد على القص فقط في الخط الوسط على مستوى المسافة الرابعة (في خط واحد مع العظمتين في الرجل) .

وقد يستعمل ناظم قلبي خارجي لتنبيه التقلص البطيني بعد ادخال مسار كهربائي الى البطين الايمن عن طريق اوردة الرقبة . وقد يكون من الضروري تصحيح حموضة الدم (اي ان ب. هـ الدم قد ينخفض من ٧ر٤ الى ٧ر٢ او اقل نتيجة لتكون حامض اللاكتيك وبعض المبيضات الاخرى بسبب نقص الاوكسجين) ويتم هذا التصحيح عن طريق تريب وريدي (Intravenous Infusion) في الوقت الذي يستمر فيه التدليك القلبي ويمرر ١٥٠ مكافئا مليا (Milli-Equivalent) من بيكاربونات الصوديوم عن كل دقيقة من توقف القلب قبل بدء عملية الافاقة .

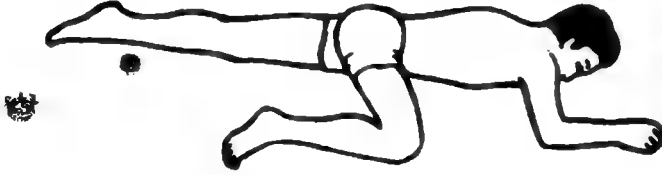
وعندما يعود المريض لوعيه فانه يجب تحويله الى وضعية السبات شبه المكبوب مع ضغط الراس الى جانب واحد لمنع استنشاق اي قيء (شكل ٩١) .

السبات والانسداد التنفسي

COMA AND RESPIRATORY OBSTRUCTION

يستخدم مسلك هوائي في حالة السبات الخفيف لمنع اللسان من اعاقا التنفس . اما في حالة السبات العميق عندما تختفي اليتمكسات او عندما يقل التنفس ، فمن العادة التنبيب باستعمال انبوب داخل الرغامى وهذا ما يسمح باجراء التنفس الاصطناعي ذو الضغط الموجب . ومثل هذا التنبيب لا يترك عادة في موضعه لفترة اكثر من ٨ ساعة .

ان صنعة تنبيب الرغامى لاستنشاق المخدر او التهوية الميكانيكية بالضبط الموجب قد مكنت من استعمال الادوية المرخية للمضلات بامان ومكنت كذلك من اجراء عمليات القلب المفتوح .



شكل -٩١- وضع السبات . عندما يبدأ الشخص بالانفاقة ، فيجب قلبه الى وضع السبات لمنع استنشاق القيء .

١١ - الأيض METABOLISM

يحتاج الإنسان الى الغذاء كي يبقى حيا . والعملية المعقدة التي يتم بها تحويل هذا الغذاء الى حرارة وطاقة لاستعمالها في النمو ولاصلاح الانسجة تسمى بالايض . ولكنه قبل ان تتمكن الخلايا من استعمال الغذاء فانه يجب تحويله الى شكل مناسب لامتصاصه في الدم ويدعى التحويل بالهضم . ان الكربوهيدرات والدهون والبروتينات التي في القوت هي التي تحتاج فقط الى التحول بهذه الطريقة . اما الاملاح الغير العضوية والماء والفيتامينات فانها تمتص دون ان تمر باي تغير كيميائي .

الغمايسر (Enzymes)

يتم الهضم بواسطة مواد وسيطة حيوية تعرف بالخمايسر وهي نفسها مواد بروتينية . وباستعمال التسمية الحديثة فان اسم اية خميرة يشتق من اسم المادة التي يؤثر فيها بعد اضافة الحروف (ase) في نهاية الاسم . ولذا فان الخميرة التي في الامعاء الدقيقة والتي تؤثر على السكروز (Sucrose) سكر القصب وسكر البنجر تسمى بالسوكريز (Sucrase) وتسمى التي تؤثر على اللاكتوز باللاكتيز (Lactase) وفي بعض الاحيان فان الكلمة اللاتينية هي التي تستعمل في التسمية . فالاسم اللاتيني للنشاء هو (Amylum) ولذا فيطلق على الخميرة التي تحطم النشاء بالامايليز (Amylase) ان سلسلة البروتين تحطم بواسطة الخمايسر (Enzymes) الى سلاسل بيتايدية اقصر وتحطم البيتايدات اخيرا الى الاحماض الامينية بواسطة الخمايسر البيتايدية (Peptidases) .

ان الاسماء القديمة لبعض الخمايسر الهضمية لا زالت شائعة الاستعمال لحد الان . وهذه مثل البتالين (Ptyalin) (امايليز الفدة اللعابية) والبسين (Pepsin) (البروتين المصدي) والتريبسين (Trypsin) والكيموتريبسين (Chemotrypsin) (بيتايديز بنكرياسي) . ان الحد الفاصل بين البروتينات والبيتايدات لا زال غير واضح تماما . واحد معايير التمييز بينهما هو اعتبار هذه الاحماض الامينية في السلسلة . فان كانت هذه اكثر من مائة فتعتبر بروتينا وان كانت اقل من مائة فهي بيتايد . ولكن سلاسل اقصر قد تعتبر في بعض الاحيان من البروتينات كالانسولين مثلا (٥١ حامض اميني) .

البروتين

PROTEIN

ان البروتين ضروري في القوت للنمو ولاصلاح الانسجة ، ويتكون

بروتين الجسم من سلاسل طويلة تحتوي على مئات الاحماض الامينية .
ويستعمل الجسم عشرين حامضا امينيا فقط لتكوين جزيئة البروتين
ولذا فان كلا من هذه الاحماض الامينية العشرين تستعمل عدة مرات .

والحوامض الامينية العشرين هي :-

Alanine الانين

Argenine ارجينين

Asparagine اسباراكين

Aspartic Acid حمض الاسبارتيك

Cysteine سيستايين

Glutamic Acid حمض الكلوتاميك

Glutamine كلوتامين

Glycine كلايسين

Histidine هيستيدين

Isoleucine * ايزوليوسين

Leucine * ليوسين

Lysine * لايزين

Methionine * ميثايونين

Phenyl Alanine * فينيل الانين

Proline برولين

Serine سرين

Threonine * ثريونين

Treptophan * تريبتوفان

Tyrosine تايروزين

Valine * فالين

وعلى الرغم من انه يستخدم عشرون حامضا امينيا في تكوين بروتين
الجسم ، فان ثمانية فقط من هذه الحوامض الامينية يجب توفرها في
الفداء البروتيني . وهي الملمة بالاشارة (*) واذا ما توفرت هذه
الاحماض الامينية الثمانية في القوت ، فان الكبد يستطيع تكوين بقية
الاثني عشر حامضا امينيا .

وعلى الرغم من اطلاق كلمة الحامض على هذه المركبات ، فان معظم الاحماض الامينية هي مواد متعادلة والتي لا تجعل الدم حامضيا او قلويا . اما التي تشكل فهي :-

حامض الاسبارتيك وحامض الكلوتاميك وهما حامضان . والارجينين واللايزين والهستيدين وهم قلوية . والبقية تحتوي على مجموعة واحدة من الكاربوكسيل الحامضي ($-\text{COOH}$) ومجاميع امينية قلويسية ($-\text{NH}_2$) . وتميل هذه المجاميع لمعادلة الواحدة الاخرى . ان

الميثايونين والسيسنتاين حامضان امينيان يحتويان على الكبريت ، وكما سنرى فيما بعد فان الكبريت الزائد في الميثايونين والسيسنتاين يتحول في الجسم الى حمض الكبريتيك . ويبرز حمض الكبريتيك بواسطة الكلتيين حيث يظهر في البول (بشكل داريء) . واذا لم تستطع الكلتيان من ابراز حمض الكبريتيك هذا كما في قصور الكلية تحدث حالة حموضة الدم الا اذا اخفض ماخوذ البروتين تخفيضا كبيرا

هضم الطعام البروتيني :

يطلق على العملية التي يتم بها الحصول على الاحماض الامينية من الطعام البروتيني بهضم البروتين . اننا نستطيع اكل العشرين حامضا امينيا على شكل مواد كيميائية ، ولكننا بدلا من ذلك نبحث عن بعض الحيوانات او النباتات التي سبق وان استعملت هذه الاحماض الامينية لتكوين بروتينا ، فنأكل لحم ذلك الحيوان او جزءا من ذلك النبات .

يبدأ هضم البروتين في المعدة حيث يبدأ خميرة البسین بوجسود حمض الهيدروكلوريك في تحطيم طعام البروتين وتحويله الى جزيئات ذات سلاسل اقصر هي الببتايدات ثم يمر الغذاء الى الفم (الاثنى عشر) حيث يتلامس مع عصارة البنكرياس والتي تحتوي على خميرتي التريسين والكيموتريسين . وتحطم هاتين الخميرتين السلاسل مرة اخرى وتحولها الى سلاسل اقصر من ذي قبل .

البسین

طعام البروتين ← سلاسل اقصر
المعدة (ببتايدات)

التريسين

← سلاسل قصيرة جدا

الكيموتريسين

(الاثنى عشر)

خمائر الببتايدات

← احماض امينية

(الامعاء الدقيقة)

الامعاء الدقيقة

ويتم الهضم في الامعاء الدقيقة حيث تؤثر مجموعة من خمائر الببتيدات تعرف بالايريبسين (Erepsin) لاكمال تحطيمها وتحويلها الى احماض امينية . وفي الامعاء الدقيقة فان بعض خمائر الببتيدات تزيل الاحماض الامينية من نهاية واحدة من سلسلة الببتايد بينما بعض خمائر الببتيدات الاخرى تؤثر على مركز السلسلة او نهايتها الاخرى . وتحتوي احدى نهايتي سلسلة الببتايد على مجموعة امينية حرة $(-NH_2)$. بينما تحتوي النهاية الاخرى على مجموعة كاربوكسيل حرة $(-COOH)$. ولذا فتسمى خمائر الببتيدات التي تؤثر على النهاية الامينية بخمائر الببتيدات الامينية (Amino Peptidases) بينما تسمى خمائر الببتيدات والتي تؤثر على النهاية الاخرى بخمائر الببتيدات الكاربوكسيلية (Carboxypeptidases) . الايبسيسين هي خليط من هذه ومن خمائر الببتيدات المشابهة .

الاحماض الامينية للنمو ولإصلاح الأنسجة :

في الوقت الذي يتم فيه تأثير الببسين في المعدة ، والتريبسين والكيموتريبسين من عصارة البنكرياس وخمائر الببتيدات في الامعاء الدقيقة ، فان الطعام البروتيني يكون قد تحطم وتحول الى احماض امينية مفردة جاهزة للامتصاص . فعصارة بروتين اللحم او البيض او الحليب تكون قد تحولت جميعها الى نفس العشرين حامضا امينيا وتمتص هذه الاحماض الامينية من قبل الدم في الامعاء الدقيقة حيث تدور في الدم . ولذا فان قطرة من الدم من وخزة في الاصبع ستحتوي في البلازما على الاحماض الامينية العشرين التي سبق وان امتصت من وجبة الطعام السابقة

وتدور هذه الاحماض الامينية في الدم وكل خلية في الجسم تستخلص حاجتها من الاحماض الامينية من الدم للنمو ولإصلاح (شكل ٩٢)

اذا ما جرح الجلد ، فان خلاياه ستكون خلايا جديدة لسد فجوة الجرح . وتأخذ الخلايا في كلى جانبي الجرح الاحماض الامينية وتجمعها سوية بالتنظيم الصحيح لتشكيل بروتين الجلد . وب نفس الوقت فان خلايا نخاع العظم مثلا تأخذ نفس الاحماض الامينية وتجمعها سوية لتكوين خلايا الدم . وان نمو الجسم يعتمد على نفس الاحماض الامينية من الطعام البروتيني المأكل .

وعند تنظيم القوت فانه من الضروري التأكد من وجود الاحماض الامينية الاساسية الثمانية في بروتين القوت والا فان النمو وإصلاح الأنسجة سيضعف

ان يجمع بروتينات المصادر الحيوانية (اللحم ، السمك ، الحليب الخ) تحتوي على الاحماض الامينية الاساسية الثمانية ولكن البروتينات المأخوذة من المصادر النباتية قد تكون نسبيا ناقصة واحدا او اكثر من الاحماض الامينية الاساسية . فمثلا ينقص اللايزين نسبيا في طحسين الحنطة بينما يكون بروتين اللوز ناقصا نسبيا للتريبتوفان والثايروزين . ولذا فان الخبز وطعام الحبوب المشتق من اللوز قد تنقصه الاحماض الامينية الاساسية . ومن ناحية اخرى ، فان الحليب يحتوي على جميع الاحماض الامينية الاساسية ، ولذا فان وجبة الحليب ستجهد الجسم بجميع الاحماض الامينية .

النبات . ولذلك فان كثيرا من البروتينات والكاربوهيدرات المتكونة بفعل اشعة الشمس على النباتات مهية للانسان مباشرة .

ان اوراق هذا الكتاب هي شكل من اشكال السيليلوز وانها تحتوي في تركيبها الكيميائي على نفس كمية الكلوكوز التي يحويها النشاء ولكن على الرغم من ذلك فان الورق لا يمكن هضمه بسبب عدم وجود الخميرة سيلوليز (Cellulase) في القناة الهضمية .

تحتوي البطاطة على حبيبات من النشاء محاطة بغلاف من السيليلوز فاذا ما اكلت البطاطة نيئة فانها حتى لو مضغت جيدا فانها ستمر من القناة الهضمية وتظهر في البراز غير مهضومة ، ولذا فانه ليست للبطاطة النيئة اية قيمة غذائية . ومن جهة اخرى فانه اذا ما تم طبخ البطاطة ، فان غلاف السيليلوز سينفجر وستكون محتوياتها انذاك مهية للهضم . وهذا مثل طعام ليست له قيمة غذائية في الحالة النيئة لكنه يكون ذا قيمة غذائية عالية في الحالة المطبوخة .

مصادر البروتين :

بازدياد تعداد النفوس في العالم فانه تتكون مشكلة تتعلق بكيفية اطعام هذه النفوس الكثيرة فالاحماض الامينية تشتق من تأثير اشعة الشمس على النباتات ولذا فان جميع البروتينات منشؤها نباتي . وسبب عدم وجود خميرة السيليلوز في القناة الهضمية للانسان ، فان اغلب بروتين النباتات يكون غير مهيا للانسان مباشرة .

فبدلا من اكل الحشيش ، والذي قد يمر من القناة الهضمية دونما هضم ، فاننا نسمح للحيوان باكل هذا الحشيش وبعدها ناكل الحيوان او نشرب حليب . فالبقرة تحتوي على خميرة السيليلوز في قناتها الهضمية وهي لذلك قادرة على استخلاص الاحماض الامينية والكاربوهيدراتية من الحشيش . ويحتوي حليب البقرة على البروتين المشتق من الاحماض الامينية للحشيش .

ان اشعة الشمس على سطح البحر تسبب نمو الهائمات (Plankton) والتي تاكلها الاسماك الصغيرة . وهذه الاخيرة تاكلها الاسماك الاكبر منها . واخيرا ناكل نحن هذه الاسماك الكبيرة كبروتين .

وانه سيكون لزاما في المستقبل غير البعيد ايجاد طريقة لتجاوز الوسيط الحيواني واستخلاص البروتين والكاربوهيدرات مباشرة من المصادر النباتية .

وفي محاولة لحل مشكلة نقص البروتين ، فانه تم تركيب طعام

ركزات بروتينات نباتية كقول الصويا . وتم تحضير الياف بروتين تشابه بنية اللحم حيث انه بعد اضافة الاصباغ الضرورية والمطور ستكون معوضا مقبولا . ومحتوى البروتين في هذا الطعام المصنع سيكون عاليا وان لم يكن اعلى من اللحم المراد تعويضه .

الهيموكلوبين الغير طبيعي بسبب خطأ في حامض اميني واحد :

ان ترتيب الاحماض الامينية لبروتين معين في بروتينات الجسم تكون عادة بشكل خاص . ولذا فان جلد شخص ما يختلف اختلافا بسيطا عن جلد شخص اخر . ولذلك فان عملية ترقيع الجلد سترفض .

ان بعض النواقص في تكوين البروتين تكون وراثية . فاذا ما اشترك الحامض الاميني فالين (Valine) في جزيئة الهيموكلوبين بدلا من حامض الكلوتاميك في موضع الحامض الاميني السادس لاحدى سلاسل البروتين ، فعلى الرغم من ان بقية ال ١٣٩ حامضا امينيا تكون صحيحة ، فانه تنشأ حالة فقر الدم المنجلي (Sickle-Cell Anaemia) . وفي مثل هذه الحالة تأخذ الكريات الحمراء شكلا غير منتظم عندما يكون الهيموكلوبين في حالة الاختزال (اي لا يحمل الاوكسجين) ومن ثم تتحلل الكريات مسببة فقر الدم .

البروتين الزائد

SURPLUS PROTEIN

تكون كميات البروتين المأكولة في البلدان المتطورة اكثر مما يحتاجه الجسم للنمو ولاصلاح الانسجة ويستعمل البروتين الزائد للحرارة والطاقة .

وكما مر بنا سابقا ، تستحصل الحرارة والطاقة بطريقتين :-

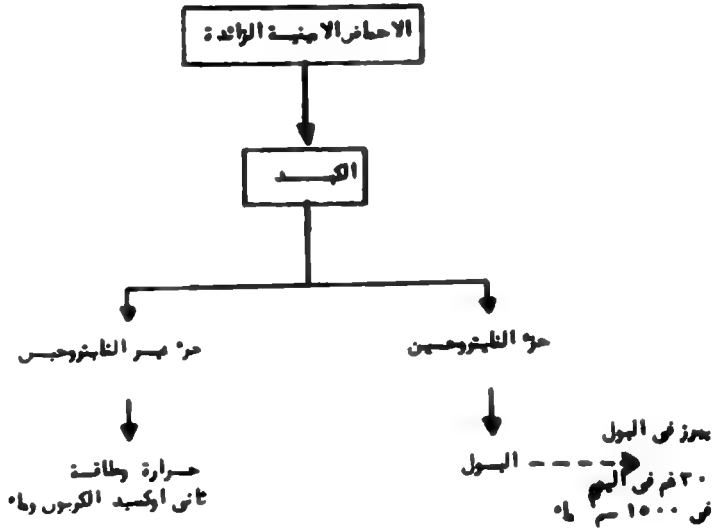
- ١ - يتأكسد الكربون الموجود في الطعام مع اوكسجين الهواء لتكوين الحرارة والطاقة ويتكون ثاني اوكسيد الكربون كناتج فضلة .
- ٢ - يتأكسد الهيدروجين الموجود في الطعام مع اوكسجين الهواء لاعطاء الحرارة والطاقة وتكوين الماء كناتج فضلة

ان البروتين الزائد يتحول الى ثاني اوكسيد الكربون والماء والحرارة والطاقة . ولكن الحوامض الامينية تحتوي على عنصر اخر اضافة للكربون والهيدروجين والاوكسجين . وهذا العنصر هو النايتروجين . ويجب ابعاد النايتروجين وابرازه كناتج فضلة . وفي الانسان فان النايتروجين يتحول الى اليوريا ، حيث تخرج عن طريق الكليتين مذابة في الماء كبول (شكل ٩٣)

يتكون يوميا حوالي ٣٠ غراما من اليوريا من البروتين الزائد من قوت اعتيادي . ولكن هذه الكمية قد تكون اكثر في حالة قوت ذو بروتين عالي . وفي مثل هذه الحالة يتطلب الامر حجما كبيرا من الماء لابرار الكميات الكبيرة من اليوريا المنتجة . وعليه فان حجم البول الناتج سيزداد بكميات ملحوظة .

ان ابعاد جزء النايروجين من جزيئة الحامض الاميني يطلق عليه بالنزمنة (Deamination) . فيتحول النايروجين اولا الى الامونيا وتحول الامونيا في الكبد الى اليوريا .

(ملاحظة :- عند ترك البول مدة من الزمن ، فتكون فيه رائحة الامونيا وذلك لاعادة تحويل اليوريا الى امونيا بواسطة الخميرة يورباز (Urease) الموجودة في البكتريا) .



شكل ٩٢- تتنظم الاحماض الامينية الزائدة عن متطلبات الجسم للنمو ولاصلاح الانسجة . فيحول جزء النايروجين الى اليوريا حيث يبرز في البول . اما جزء الكربون والهيدروجين فانه يستعمل للحرارة وللطاقة .

ويستمر تكوين الامونيا في حالة قصور الكبد ولكنها لا تتحول الى اليوريا . ولذلك تحدث حالة التسمم بالامونيا والتي تؤدي الى السبات (Coma) .

دورة كريبس لليوريا (Krebs Urea Cycle)

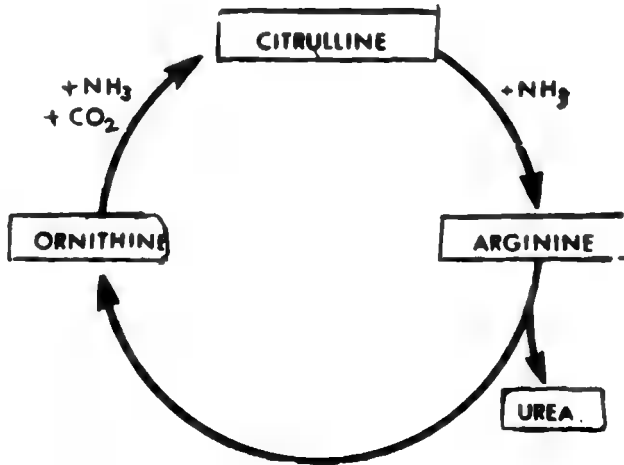
على الرغم من ان نزمته وتكوين الامونيا يتم في جميع خلايا الجسم ، فان عملية تحويل ا، بونيا الى يوريا لا تحصل الا في الكبد . وتتم بسلسلة من الحوادث تعرف بدورة كريبس لليوريا (شكل ٩٤) والتفاعلات عموما هي :-

ثاني اوكسيد الكربون + امونيا ← يوريا + ماء

اثناء النمو فان مقدار ما يؤخذ من النايتروجين يزيد على مقدار فقده (حيث انه يشترك في بروتينات الجسم) . ولكن عندما يتم النمو ، فان كمية النايتروجين المأخوذة من الطعام تكون مساوية لكمية النايتروجين المفقودة في البول ، بعد حساب المفقود بسبب تقشر البشرة والخلايا المطروحة في البراز وفي الشعر وفي الاظافر . الخ .

واي شخص يبرز كمية من النايتروجين في البول اكثر مما يحصل عليه من الاحماض الامينية للطعام ، يكون في توازن نايتروجيني سالب .

ان غراما واحدا من البروتين المستعمل للحرارة والطاقة ينتج اربع سمرات من الحرارة والطاقة . واذا ما استعمل بروتين الطعام للنمو ولاصلاح الانسجة ، فانه سوف لن يجهز اية سمرات .



شكل -٩٤- دورة كريبس لليوريا (مبسطة) . ان تكون اليوريا يتم في الكبد فقط .

الكربوهيدرات CARBOHYDRATE

ان اصطلاح الكربوهيدرات يطلق لوصف النشويات والسكريات التي تؤكل لتجهيز الجسم بالحرارة والطاقة وهي مركبات تحتوي على الكربون والهيدروجين والاكسجين فقط . ويعطي غراما واحدا من الكربوهيدرات اربع سعرات من الحرارة والطاقة .

هضم الكربوهيدرات :

بعملية الهضم ، يتحطم النشاء ويتحول الى المالتوز ومن ثم الى الكلوكوز . فالخميرة اميليز (**Amylase**) التي تحطم النشاء وتحوله الى مالتوز توجد في اللعاب وفي عصارة البنكرياس . وتؤثر خميرة الاميليز لللعابية لوقت قصير فقط لان الطعام سرعان ما يبتلع ، وعند وصوله الى المعدة فان حمض الهيدروكلوريك ينفذ الى داخل اللقمة ويجعلها حامضة للدرجة لا تستطيع معها الاميليز اللعابية الاستمرار في تأثيرها . فتوقف عندئذ هضم النشاء ، ولا يبدأ مرة اخرى حتى يصل الطعام الى الفم (الاثنا عشر) وهنا فان عصارة البنكرياس التي تدخل الفم عن طريق قناة البنكرياس تتم التحطيم والتحويل الى المالتوز . ويتم تحطيم المالتوز وتحويله الى الكلوكوز بواسطة الخميرة مالتيز الموجودة في عصارة البنكرياس وفي الامعاء الدقيقة ايضا . ومن الجائز ان يكون حصول تحطيم المالتوز وتحويله الى كلوكوز في الامعاء الدقيقة بواسطة المالتيز ، داخل الخلايا المكونة للزغابات (**Villi**) في الامعاء الدقيقة

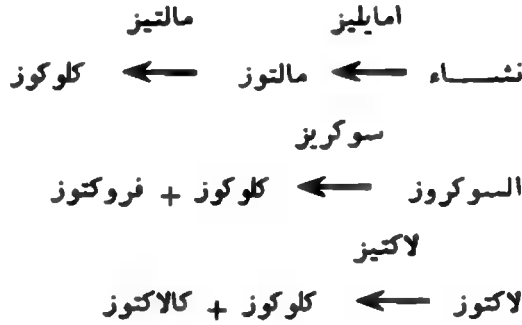
يتحطم سكر القصب او البنجر (السكريات) في الامعاء الدقيقة بواسطة الخميرة سوكريز (**Sucrase**) ويتحول الى الكلوكوز والفروكتوز . وان لجميع خلايا الجسم قابلية الاستفادة من الفروكتوز وتحويله الى الكلوكوز .

ان سكر الحليب (اللاكتوز) يتحطم بواسطة الخميرة (اللاكتيز **Lactase**) ويتحول الى الكلوكوز والجالاكتوز (**Galactose**) في الامعاء الدقيقة ويتحول الجالاكتوز الى الكلوكوز بواسطة خلايا الكبد .

ان الكبد وحده هو الذي يستطيع تحويل هذا الجالاكتوز الى الكلوكوز وتستهلك هذه الحقيقة في فحص وظيفة الكبد . فيعطى الجالاكتوز ويلاحظ الوقت الذي يستغرقه كي يختفي من الدم وفي الشخص الطبيعي فان الوقت اللازم لاختفاء الجالاكتوز هو ١٥ دقيقة . ولكن في حالات مرض الكبد فان الجالاكتوز قد يبقى في الدم حتى بعد ساعة

واحدة من الزمن .

وقد يولد بعض الاطفال بدون وجود الخميرة اللازمة لتحويل الكالاكتوز الى كلوكوز في الكبد . فيتجمع عندئذ الكالاكتوز في الدم فلا يمكن لخلايا الجسم الاستفادة منه . وهذه الحالة تؤدي الى زيادة سكر الحليب في الدم (Galactosaemia) وهذا خطأ ولادي في الايض يورث من الابوين بصفة متنحية اي ان الابوين لم تظهر عندهم هذه الحالة والاثار السمية لهذه الحالة قصور نمو الدماغ مما يسبب التخلف العقلي . ويظهر الكالاكتوز في البول حيث يمكن الكشف عليه . وان الطفل الذي بهذه الحالة يجب على الاقل في المراحل الاولى ، ان لا يأخذ اي حليب وان يفدى على قوت خاليا من اللاكتوز .



بيلة الكيتون الفينولية ومرض بول عصير القيقب

PHENYLKETONURIA AND MAPLE SYRUP URINE DISEASE

ان بيلة الكيتون الفينولية ومرض بول شراب القيقب هما مرضان ولادبان احران لخطا في الايض يوجدان في الاطفال حيث يسببان بعض التغيرات العقلية ان لم يعالجوا . والنقص الوراثي لهذه الحالة هو عدم قابلية الجسم للتصرف لا بزائد الكالاكتوز بل بزائد الحوامض الامينية .

ففي حالة بيلة الكيتون الفينولية ، فان الحامض الاميني فينيل الانين يتجمع في الدم مسببا اثارا سامة وتبرز الكلية الفينيل الانسين كمشتق (فينيل - كيتون) وهذه المادة هي المادة التي يكشف عنها في البول .

وفي حالة مرض بول عصير القيقب ، فان الاحماض الامينية ليوسين ، والايزوليوسين ، والفالين هي التي تتجمع في الجسم مسببة تغيرات عقلية حادة . وان مشتقات هذه الاحماض الامينية في البول لها رائحة تشبه عصير القيقب ومن هنا جاءت تسمية المرض .

وفي كلتا الحالتين فيجب تحديد مأخوذ البروتين حتى لا يكون هناك زائدا من اي من الاحماض الامينية المعنية وكبدل فانه يمكن اعطائه قوتا تركيبيا يحتوي على كميات معينة معلومة من كل حامض اميني .

عدم تحمل اللاكتوز (Lactose Intolerance)

في كثير من الاجناس البشرية الذين لم يعتادوا على تناول الحليب كمصدر من عناصر القوت ، فان مستوى اللاكتوز في الامعاء الدقيقة سينخفض بعد سنة ونصف من العمر ويختفي نهائيا عند البلوغ . وعند اعطاء الحليب لمثل هذا الشخص ، فان اللاكتوز سيبقى بصورة غير مهضومة وغير ممتص في المعى وهذا يسبب احتباس الماء في الامعاء . بسبب فعله التناضحي وهذا مضافا اليه تكون ثاني اوكسيد الكربون بفعل البكتريا ، فانه يؤدي الى اضطراب في الامعاء .

العمليات الايضية المشتركة في انتاج الحرارة والطاقة

سبق وان ذكرنا ان عملية هضم طعام الكربوهيدرات ينتج عنها دخول الكلوكوز الى الدم وان كلوكوز الدم يحافظ عليه في مستوى ٦٠-١٠٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم وهذا المستوى ضروري جدا لوظائف الدماغ حيث ان خلايا الدماغ تستعمل الكلوكوز كطعام لها

واذا ما هبط مستوى الكلوكوز الى ٤٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم ، فان وظائف الدماغ ستوقف عندئذ ويدخل الشخص في سبات تنفس سكري الدم (Hypoglycaemic Coma) .

وعندما تدخل كميات كبيرة من الكلوكوز الى الدم من القناة الهضمية فان الزائد منه يتحول الى كلايكوجين الكبد (شكل ٩٥) وهذا التحول يساعده تحرير هورمون الانسولين الى الدم من البنكرياس . وعندما يراد ادامة مستوى كلوكوز الدم ، فان كلايكوجين الكبد يحول مرة اخرى الى الكلوكوز وتسهل في عملية هذا التحول الاخير هورمونات الادريينالين من لب الكظر والكلوكاكون (Glucagon) من البنكرياس

ويمكن تكوين كلايكوجين الكبد من مصادر غير كاربوهيدراتية ، اي من نزمنة الاحماض الامينية ومن الدهون وتسمى هلى العملية بتكون الكلوكوز الشاذ (Neoglucogenesis) واذا ما تم تناول كميات كبيرة من الكربوهيدرات بحيث اصبح مخزن كلايكوجين الكبد ملانا ، فعند ذلك يتحول زائد كلوكوز الدم الى دهن . حيث يودع في مستودعات الدهن في الجسم كالانسجة المشحمة (Adipose Tissue) تحت الجلد وفي ظهر البطن .

تنفس . حيث ان الطاقة اللازمة ستأتي من حمض اللاكتيك . وبعد انتهاء التمرين فان الشخص يبدأ بالتنفس بعمق وبسرعة للدقائق القليلة التالية وذلك لاختلاط الاوكسجين وتعويض دين الاوكسجين . ان حوالي خمس حمض اللاكتيك المتكون يتحول الى ثاني اوكسيد الكربون والماء عندما يكون الاوكسجين متوفرا ، اما بقية الاربعة اخماس الباقية فانها تتحول مرة اخرى الى كلايكوجين العضلة لاعادة استعماله في مناسبة اخرى .

الايض الهوائي (Aerobic Metabolism)

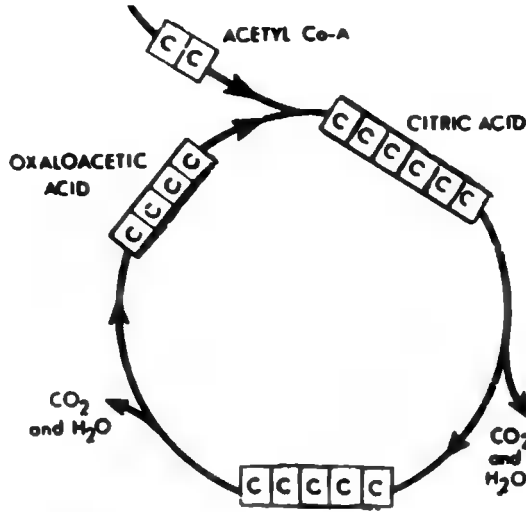
اما اذا توفر الاوكسجين ، فان حمض البيروفيك يتحول اولا الى شكل فعال من حمض الخلي هو (اسيتيل كو - اى (Acetyl co-A) والذي يحوي على ذرتين من الكربون ويدخل هذا الاسيتيل كو - اى (Acetyl co-A) دورة كريبس لحمض الستريك (Krebs Citric Acid Cycle) (شكل ٩٦) فيتحد حمض من اربع ذرات من الكاربون (او كسالو حمض الخلي (Oxaloacetic Acid) مع حامض من ذرتين من الكاربون (اسيتيل - كو - اى (Acetyl co-A) مكونا حمض الستريك ذو ست ذرات من الكربون . وبعدها يصبح حمضا من خمسة ذرات من الكربون مع تكوين ثاني اوكسيد الكربون والماء ، واخيرا يصبح او كسالو حمض الخلي مرة اخرى (اربعة ذرات من الكربون) مع تكوين ثاني اوكسيد الكربون والماء . ويكون بعد ذلك او كسالو حمض الخلي جاهزا لأكسدة كمية اخرى من الاسيتيل كو - اى . ويطلق على مثل هذا التعاقب في الحوادث بالدورة .

ثالث فوسفات الادينوسين

ADENOSINE TRIPHOSPHATE (ATP)

ان الطاقة الناتجة من أكسدة الكلايكوجين الى ثاني اوكسيد الكربون والماء تستعمل اولا لتكوين المركب الغني بالطاقة ثالث فوسفات الادينوسين (ATP) .

وعندما يحتاج اليه للتقلص العضلي وللتفاعلات الكيميائية مثل تكوين البروتينات ، فان الطاقة المخزونة في ثالث فوسفات الادينوسين تحرر بينما يتحول الى ثاني فوسفات الادينوسين (Adenosine Diphosphate) (ADP)



شكل ٩٦- دورة كربس لحمض الستريك (مبسطة) . تحويل
الاسيتيل كو - اى (ACETYL CO-A) الى ثاني اوكسيد
الكربون والماء مع تحرير الحرارة والطاقة . ان كل
مستطيل يحتوي على الحرف (C) يمثل ذرة من الكربون .

الدهون

FATS

الدهون مركبات تحتوي على الكربون والهيدروجين مع قليل من
الاوكسجين وهي شكل مركز جدا للطعام . اذ ان غراما واحدا من الدهن
يعطي تسعة سعرات من الحرارة والطاقة .
ان الدهون مركبات للكليسول (الكليسرين) مع ثلاث احماض دهنية
(شكل ٩٧) هي الكليسيريدات الثلاثية (Triglycerides)

ولا تذوب الدهون في الماء ، وان هضم الدهن هو عملية تحويل الحالة
الفيزيائية للدهن وجعله قابلا للمزج مع الماء . ويتم استحلاب الدهن في
العفج (الاثنا عشر) والامعاء الدقيقة بالفعل المشترك لأملاح الصفراء وليبيز
(Lipase) البنكرياس .

ان املاح الصفراء هي منظفات الجسم التي تمكن الدهن من المزج
مع الماء اما اللابيز فانها تقوم بشطر الدهن الى كليسرول وحمض دهني
ولكن كمية قليلة فقط من الدهن المأكول يتم شطره بهذه الطريقة . فبعضها
يزال منها واحد او اثنين من الاحماض الشحمية مكونة كليسيريدات ثنائية
وكليسيريدات احادية (Diglyceride or Monoglyceride)

(شكل ٩٨) التي هي اكثر ذوبانا في الماء من الدهن الاصلي . وهذه الكليبريدات تمتص في مجرى الدم وتذهب الى الكبد من خلال الوريد البابي (Portal Vein) . اما اغلب الدهن المستقلب فانه يمتص لا الى الدم ولكن الى اللمفي . فتذهب الى قناة الصدر وتدخل الوريد الكبيرة في الرقبة على شكل قطرات دهنية .

ان مظهر الحليب الخاص هو بسبب تكونه من قطرات دهنية في الماء ومحتوى اللمفي المعوي له نفس المظهر الحليبي ولذا فتدعى الاوعية اللمفية باللاكتيلات (Lactaeals) .

وحيث ان الدهن لم يمر باي تغير كيميائي ، فان الدهن الداخل الى مجرى الدم من قناة الصدر سيكون نفس الدهن المأكول . ولذا فان الدم بعد وجبة طعام دهنية قد يحتوي على قطرات الزيت الدهنية او قطرات الماركرين الدهنية او قطرات زيت الزيتون حسب نوع الدهن المأكول . فتحول الدهون الى دهن الجسم بواسطة الكبد وتخزن في الخلايا المشحمة للجسم وفي درجة حرارة الجسم فان هذه الدهون تكون سائلة (والاصح تسميتها زيوت) . وعند الحاجة فان الدهن يتحطم ويتحول الى الكليسرول واحماض دهنية بواسطة اللايبيز في الانسجة ومن ثم تستعمل من قبل خلايا الجسم للحرارة والطاقة .

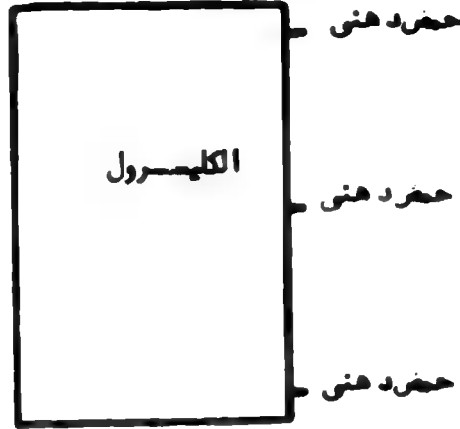
ايض الدهن :

بشرط ان تكون عملية ايض الكاربوهيدرات جارية ، فان الدهن الذي تحطم وتحول الى الاسيتيل كو - اي (Acetyl co-A) سيدخل دورة كريبس (شكل ٩٦) . وعلى كل ، فان الدهون غير قادرة على تكوين الاوكسالو حمض الخلي ، واذا لم تكن عملية ايض الكاربوهيدرات جارية ، لذا فان الاسيتيل كو - اي من الدهون سوف لن يستعمل . وبدلا من ذلك فان احماض الخلي ستجتمع مزدوجة لتكون حمض الاسيتو الخلي وان قسما من حمض الاسيتو الخلي ، يتحول الى حمض بيتا هيدروكسي بوتريك (Beta-Hydroxybutyric Acid) والاسيتون . وتسمى هذه المواد الثلاثة بالاجسام الكيتونية .

حالة تكون الاجسام الكيتونية (Ketosis) :

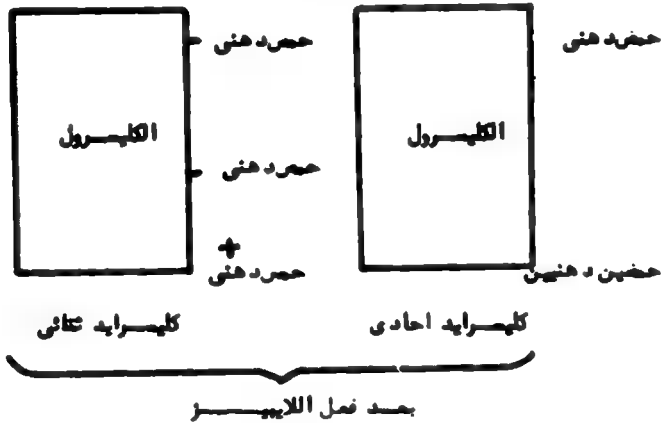
وعلى ذلك فاذا تم ايض الدهن دون توافق في ايض الكاربوهيدرات فان الاجسام الكيتونية تتجمع في الدم مسببة حالة تكون الاجسام الكيتونية وتكون هذه الاجسام سامة للدماغ ، واذا ما وصلت الى مستوى عال في الدم فانها تؤدي الى حالة سبات الاجسام الكيتونية (Ketotic Coma) .

تحصل حالة تكون الاجسام الكيتونية عند تناول كميات كبيرة من
الدهن بدون كميات مناسبة من الكربوهيدرات وهي تميل ايضا للحدوث
في حالات السفب (Starvation) عندما يكون هنالك نقص في قوت



الدهن (كليرايڊ ثلاثي)

شكل -٩٧- ان الدهن المتعادل هو مركب من الكلسترول وثلاث احماض
دهنية . اذ هو كليرايڊ ثلاثي .



شكل -٩٨- ان الخمرة لايبيز تفصل واحدا او اكثر من الاحماض
الدهنية من الدهن . فاذا ما بقي حمضين دهنيين فان
الناتج هو كليرايڊ ثنائي . واذا ما بقي حمضا دهنيا
واحدا فالمركب الناتج يكون كليرايڊ احادي (واذا لم
يبقى شيء فان المركب هو الكلسترول) .

الكربوهيدرات وان الجسم يستخدم دهنه .

داء السكري (Diabetes Mellitus) :

ان اكثر اشكال تكون الاجسام الكيتونية حدة تظهر في داء السكري .
ففي هذه الحالة فان البنكرياس لا ينتج كمية كافية من الانسولين وذلك
لكي يسمح لكمية كافية من الكلوكوز بالدخول الى الخلايا . وينقص تكوين
كلايوجين العضلة وكذلك يحدث نقص في ايض الكربوهيدرات ، ونتيجة
لذلك فان كمية كبيرة من كلوكوز الدم سوف لن تستعمل وبذلك يزداد
مستوى الكلوكوز في الدم .

وكما سنرى فيما بعد فان مستوى الكلوكوز في الدم اذا ما زاد عن
١٨٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم فان نيببات
(Tubules) الكلية ستكون غير قادرة على اعادة امتصاص الكلوكوز
ويظهر لذلك الكلوكوز في البول . ويبرز الماء ايضا مع هذا الكلوكوز
ويصبح الشخص عطشانا . اذ يتبول حجوما كبيرة من الدم وقد يصبح
ناكرا (Dehydrated) وقد جاءت تسمية البول السكري منسند
الوقت الذي كان يجري فيه فحص البول بالتذوق ، حيث يكون مذاقه
في هذه الحالة خلوا .

ان اضطراب ايض الدهن هو الذي يؤدي في النهاية بمرضى البول
السكري غير المعالج الى حالة السبات . وحيث انه لا تجري عملية ايض
الكربوهيدرات ، فان الدهن سوف لن يستعمل ايضا وسيحول لا الى
ثاني اوكسيد الكربون والماء ، بل الى الاجسام الكيتونية . وكما رأينا فان
هذا قد يؤدي الى سبات الاجسام الكيتونية (السكري)

فحص تحمل الكلوكوز (Glucose Tolerance Test)

ان المريض الذي يشك في انه مصاب بداء السكري يعطى عادة فحص
تحمل الكلوكوز . وكما يبين الاسم ، فان هذا فحص لرؤية ما اذا كان
المريض يتحمل تناول الكلوكوز (عادة ٥٠ غرام) بدون ان يرتفع مستوى
الكلوكوز في الدم عاليا او ان يظهر الكلوكوز في البول . وتؤخذ نماذج من
الدم عند اعطاء الكلوكوز وبعدها بفترات لمدة ساعتين ونصف . ويحفظ
الدم في انبوب يحتوي على الفلورايد كمضاد للتخثر . وسوف لن يكون
هذا فلورايد الكالسيوم غير الذائب فقط ومن ثم يزيل ايونات الكالسيوم ،
بل انه يسمى ايضا الخمائر التي تسبب استعمال الكلوكوز عند الانتظار
للتحليل .

وتفرغ المثانة بعد ساعة وساعتين ويفحص الكلوكوز في البول .

ان تحمل البريدنيزون (Prednisone Tolerance)

هو فحص مشابه ولكنه يبنى على حقيقة ان قشريات الكظر تعاكس فعل الانسولين وتحول ايض الجسم من استعمال الكربوهيدرات الى استعمال البروتين . وحيث ان استفادة الخلايا من الكلوكوز تهبط ، فان مستواه في الدم سيرتفع ، وفي مرضى السكري الكامن (Latent Diabetes) فان الكلوكوز قد يظهر في البول . ويستغرق هذا الفحص ١٨ ساعة .

علاج البول السكري :

يعالج مريض البول السكري بحقن الانسولين والتي تنظم لتوافق مقدار المأخوذ من الكربوهيدرات . وحيث انه ليس من السهل وزن كل وجبة غذاء ، وحساب محتوى الكربوهيدرات فيها ثم حقن الكمية المناسبة من الانسولين ، فان مريض البول السكري يدام عادة على قوت خاص ويحقن بكمية ثابتة من الانسولين كل يوم .

ان الانسولين (بيتايد من ٥١ حمض اميني) يعطي على شكل حقن تحت الجلد . وهو يتحطم ان اخذ من طريق الفم بواسطة الخمائر الهضمية ويتحول الى مكونات من الاحماض الامينية . وعلى الرغم من انه تم تكوين الانسولين كيميائيا ، فان الانسولين يستخلص من بنكرياس الحيوانات ويمتص الانسولين الدائب بصورة اسرع ويمكن تأخير هذه السرعة وذلك باتحاد الانسولين مع بروتين مثل البروتامين (كما في انسولين بروتامين الزنك (Protamine Zinc Insulin) . ويستعمل عادة خليط من اشكال سريعة الامتصاص واخرى بطيئة الامتصاص وذلك لزيادة الوقت الذي تؤثر فيه حقنة الانسولين وتقليل عدد الحقن اليومية لاقبل ما يمكن . واذا ما اخذت جرعة عالية من الانسولين ، او ان حقن الانسولين قد اخذت بدون اخذ الكاربوهيدرات ليوافقه ، فان الانسولين المحقن سيخفض من مستوى كلوكوز الدم ويذهب الشخص في سبات نقص الكلوكوز في الدم .

ولذلك فان مريض داء السكري يكون بين نوعين من السبات، سبات تكوين الاجسام الكيتونية عندما تكون الكميات المأخوذة من الانسولين غير كافية ، وسبات نقص الكلوكوز في الدم عندما تؤخذ كميات كبيرة من الانسولين . ويجهز مرضى داء السكري بوسائل تعينهم من تحليل بولهم بانفسهم . وحيث ان تكوين الاجسام الكيتونية تحدث ببطء اكثر من نقص الكلوكوز في الدم ، لذا فان كلوكوز الدم يحفظ عادة في مستوى اعلى من الطبيعي ويسمح لشيء من الكلوكوز بالظهور في البول .
ادوية مضادات داء السكري الفموية :

ان بعض مركبات السلفوناميدات (مشتقات السلفونيل يوريسا (Sulphonylurea) قد وجدت بانها تخفض من مستوى الكلوكوز في

الدم ومن المحتمل انها تؤثر بتثبيبه البنكرياس ليحرر الانسولين وبذلك يرفع من مستوى الانسولين في الدم وهذه المركبات مثل (تولبوتاميد (Tolbutamide) و (الكلوروبروباميد (Chlorpropamide) وحديثا (كلايبنز سايكلاميد (Glybenzcyclamide) وحيث ان هذه الادوية مؤثرة عن طريق الفم فانها تمكن بعض مرضى داء السكري بالعلاج دون الحاجة لحقن الانسولين

١٢ - المتطلبات الغذائية

NUTRITIONAL REQUIRMENTS

على القوت ان يجهز الجسم يوميا بما يأتي :-

- ١ - كمية كافية من السعرات والحوامض الامينية
- ٢ - الفيتامينات
- ٣ - الاملاح المعدنية
- ٤ - الماء

السعرات والحوامض الامينية

يعبر عن متطلبات الجسم من الحرارة والطاقة بالسعرات (Calories) ونكتب هذه بحرف (C) كبير وتسمى سعرة كبيرة وتساوي لكمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة لتر واحد الماء (كيلو غرام واحد) درجة مئوية واحدة وتساوي هذه ١٠٠٠ سعرة صغيرة ونكتب هذه بحرف (C) صغير وتسمى سعرة صغيرة والتي هي كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة غراما واحدا من الماء درجة مئوية واحدة .

وليست السعرة شائعة في حياتنا اليومية ولذا فانه من المفيد ان نذكر بان سعرة واحدة كبيرة تساوي واحد واط / ساعة . وان الف سعرة كبيرة تساوي تقريبا كيلو واط واحد / ساعة . (وعلى وجه الدقة فان ٨٦٠ سعرة كبيرة تساوي كيلو واط / ساعة وان سعرة واحدة كبيرة تساوي ١٨٦ جول اي ٢ كيلو جول)

وعلى ذلك اذا ما كان عشرة اشخاص في غرفة وكل واحد منهم يعطي مائة سعرة كبيرة من الحرارة في الساعة ، فان الغرفة ستستلم تقريبا نفس كمية الحرارة المعطاة من قبل مدفأة كهربائية ذات كيلو واط واحد . وانه لهذا السبب تزداد الحرارة في الغرفة اذا ما شغلت بمسدد كبير من الاشخاص ولم توجد هناك تهوية كافية .

تعيين متطلبات الطاقة :

يمكن تعيين مجموع متطلبات السعرات لشخص وذلك بقياس الحرارة المعطاة في ٢٤ ساعة . ولا تستعمل هذه الطريقة غالبا لانها تقتضي وضع الشخص في جهاز قياس سعرات التنفس والتي هي بشكل غرفة يمضي الشخص فيها فترة طويلة من الوقت وتقاس بواسطتها الحرارة الناتجة .

ان متطلبات السمرات تقاس عادة بطريقة غير مباشرة . فقد وجد ان كل لتر من الاوكسجين الداخل الى الجسم ينتج خمسة سمرات كبيرة من الحرارة والطاقة . ولذلك فانه من المهم فقط قياس كمية الاوكسجين المأخوذ بالدقيقة وتعين كمية الاوكسجين المأخوذ بالدقيقة وذلك بجعل الشخص يتنفس في جهاز قياس التنفس وملاحظة السرعة التي يؤخذ بها الاوكسجين . ويمتص ثاني اوكسيد الكربون الناتج بواسطة الجير الحي .

وهناك طريقة اخرى لتعيين كمية الاوكسجين المأخوذة بالدقيقة الواحدة باستعمال حقبة دوكلاس لجمع هواء الزفير . وحيث ان نسبة الاوكسجين في هواء الغرفة المستنشق معلومة ، فلذا فان تعيين نسبة الاوكسجين في هواء الزفير وقياس حجم هواء الزفير بالدقيقة سيمكن من حساب كمية الاوكسجين المأخوذة .

مثال ذلك اذا ما احتوى الهواء المستنشق على ٢١ ٪ اوكسجين فيما احتوى هواء الزفير على ١٦ ٪ اوكسجين ، فان هناك انخفاض مقداره ٥ ٪ في تركيز الاوكسجين واذا كانت التهوية الرئوية تساوي خمسة التار بالدقيقة ، فان الاوكسجين المستهلك سيكون ٥ ٪ من الخمسة التار - والذي يساوي الى ٢٥٠ سم ٢ بالدقيقة .

وان استعمال ١٠٠٠ سم ٣ بالدقيقة ينتج ٥ سمرات من الحرارة

$$250 \times 5$$

والطاقة . اذن فان ٢٥٠ سم ٣ بالدقيقة تعادل سرعة

$$1000$$

كبيرة وعليه فان السرعة الايضية

$$1$$

$$= \frac{1 \text{ سرعة كبيرة بالدقيقة}}{4}$$

$$4$$

$$= 75 \text{ سرعة كبيرة بالساعة}$$

معدل الايض الاساسي

BASAL METABOLIC RATE

ان معدل الايض الاساسي هو المتطلبات السريعة في الظروف الاساسية . وهي حالة راحة عقلية وبدنية بعد مدة ١٢ ساعة من وجبة الطعام حيث يكون انداك قد تم الهضم والامتصاص تعتمد المتطلبات السريعة الاساسية على حجم الشخص فالشخص الضخم يحتاج الى سمرات في الساعة الواحدة اكثر من الشخص الصغير ولكنه ظهر تجريبيا بان هذه المتطلبات السريعة لا تتناسب طرديا مع وزن الشخص

(كما يتوقع) ولكنها اقرب ما تتناسب مع المساحة السطحية للجسد
(مساحة سطح الجلد)

ولهذا السبب ولاغراض المقارنة بين شخص واخر ، فان المتطلبات
السعيرية الاساسية عادة ما يعبر عنها لا بالسعرات بالساعة بل بالسعرات
في كل متر مربع من مساحة سطح الجسم في الساعة وتعين مساحة سطح
الجسم من الوزن والطول .

الطول		الوزن	
		٤٥ كغم	٦٤ كغم
٨٣ كغم			
١٥٢ متر	١٤	١٦	١٨
١٦٨ متر	١٥	١٧	١٩
١٨٣ متر	١٦	١٨	٢٠

جدول رقم ٢ -

مساحة سطح الجسم بالامتار المربعة لاوزان واطوال مختلفة
ان المتطلبات الاساسية المحسوبة بهذه الطريقة هي ٤٠ سعرة كبيرة
في المتر المربع في الساعة للرجل و٣٧ سعرة كبيرة في المتر المربع في الساعة
للرأة .

ان مساحة سطح الجسم لشخص بالغ في الحالات الطبيعية تقع بين
٢١ و٢٤ مترا مربعا اي بمعدل تقريبي هو ١٨ مترا مربعا . وعليه فان ٤٠
سعرة في الساعة لشخص مساحته السطحية ١٨ مترا مربعا تبلغ ٧٢
سعرة كبيرة في الساعة او ١٧٠٠ سعرة كبيرة في اليوم .

ان معدلات الايض العالية توجد في حالة الانسمام الدرقي
(Thyrotoxicosis) بينما توجد معدلات الايض الواطئة في حالة
الخرب المخاطي

المتطلبات السعيرية في اليوم

CALORIE REQUIREMENTS PER DAY

لقد رأينا بان المتطلبات الاساسية لشخص مساحته السطحية ١٨
مترا مربعا هي ١٧٠٠ سعرة كبيرة في اليوم وهذا المعدل من الايض
يساوي تقريبا للسعرات اللازمة خلال ساعات النوم الثمانية (٥٦٠
سعرة) وخلال ساعات اليقظة الستة عشر فانه تلزم سعرات اضافية
للحركة . اذ يحتاج المرء الى ٢٠٠ سعرة اضافية في الساعة عند المشي ،

ولا يحتاج الشخص لاية سعرات اضافية عن فعالية الدماغ

فاذا ما اضفنا ١٠٠٠ سعرة كبيرة لساعات اليقظة ، والبروتين (احماض امينية) ما يوازي الى ١٠٠ سعرة كبيرة للنمو ولاصلاح الانسجة، فان المجموع يكون ٢٨٠٠ سعرة كبيرة في اليوم

وحيث ان غراما واحدا من الكاربوهيدرات يعطى { سعرات وان غراما واحدا من الدهن يعطى ٩ سعرات وان غراما واحدا من البروتين يعطى { سعرات عند استعماله للحرارة والطاقة ..

فان قوتا مثاليا يجب ان يحتوي على :-

٣٧٥	غراما من الكاربوهيدرات	=	١٥٠٠	سعرة كبيرة
١٠٠	غراما من البروتين	=	٩٠٠	سعرة كبيرة
١٠٠	غراما من الدهن	=	٩٠٠	سعرة كبيرة

المجموع = ٢٨٠٠ سعرة كبيرة

ويجب ان لايفيب عن البال عند التخطيط لقوت بانه على الرغم من ان السكر هو كاربوهيدرات نقي ، فان اللحم يحتوي على ٧٠٪ من الماء . وعليه فانه يحتوي على اقل من ٣٠٪ من البروتين . وتحتوي الزبدة على ٢٠٪ من الماء و٨٠٪ من الدهن .

السفب (Starvation)

اذا كان الطعام الماكول غير كاف ، فان انسجة الجسم انذاك تستخدم لانتاج الحرارة والطاقة ويستنفد الكليكوجين من الكاربوهيدرات في الكبد خلال الاربعة والعشرين ساعة الاولى . وبعد ذلك يستعمل دهن الجسم وبروتينه للحرارة والطاقة ان زيادة استعمال الدهن وحده دونا لكاربوهيدرات سيؤدي الى تكوين الاجسام الكيتونية مما قد يسبب حالة تكون الاجسام الكيتونية (Ketosis) .

يتحطم بروتين النسيج وتستعمل الاحماض الامينية لتكوين الكليكوجين والكلوكوز واطافة لذلك ، فان الاحماض الامينية من النسيج المتحطم تستعمل لادامة الكريتين (Creatine) في العضلات ويفقد يوميا حوالي ٢٪ من هذا الكريتين في البول على شكل كرتينين (Creatinine) .

وتستعمل الاحماض الامينية ايضا لنمو الجلد ، واظافر الاصابع ، والشعر الخ والتي تكون لازالت مستمرة . ويحدث الموت في حوالي الاربعة اسابيع عندما يهبط وزن الشخص الى النصف تقريبا

سوء التغذية : (Malnutrition) :

ان الرضع والاطفال الذين يعيشون في المناطق الاستوائية على قوت غني بالنشاء ولكنه يفتقر الى الاحماض الامينية ، يعانون من سوء التغذية على الرغم من ان السعرات تكون كافية فعليهم تعابير وجه اشتياقية مشوهة بالافات الجلدية ، ويكون الوجه منتفخا بالخزب بسبب نقص بروتين البلازما . ويطلق على هذه الحالة اسم (Kwashiorkor) .

واذا كان القوت ينقصه النشاء ايضا والسعرات ، فان الحالة عندئذ تسمى بالوقد (Marasmus) وان انداره (Prognosis) ضعيف جدا

وهناك علامات لنقص الفيتامين في هذه الحالات .

التغذية داخل الوريد : (Intravenous Feeding) :

ان المريض الذي لا يستطيع تناول الطعام عن طريق الفم يمكن تغذيته عن طريق تسريب الكلوكوز والاحماض الامينية والدهن داخل الوريد وان ٥٪ من الكلوكوز يكون متساوي التناضح مع الدم ويمكن بذلك استعماله لسد حاجة الجسم من الكربوهيدرات ويمكن سد حاجة الجسم من البروتينات باعطاء خليط من الاحماض الامينية التي يحصل عليها من التحلل بالماء (Hydrolysis) للبروتين (الجبن (Casein) من حليب البقرة . وتسد حاجة الجسم للدهن من مستحلب فول الصويا او دهن بذر القطن . وازافة لذلك فانه من الضروري اضافة الاملاح المعدنية والفيتامينات .

ومن المعتاد اعطاء مستحلب الدهن بصورة منفصلة عن الكربوهيدرات والاحماض الامينية ، وباعطاء الهيبارين الذي يمكن من ازالة الدهن من الدم وانضمامه الى الخلايا .

الفيتامينات

VITAMINES

اظهر هوبكنز (Hopkins) بان الجرذان لا يستطيع البقاء حية على قوت من الكاربوهيدرات النقية والبروتين والدهن فقط . ولكنه اذا ما اضيفت كمية قليلة من الحليب الطازج ، فان الحيوانات استطاعت البقاء حية . وقد افترض هوبكنز بان عاملا غذائيا اضافيا كان ضروريا للنمو . ونحن نعلم الان بان هناك سلسلة من هذه المواد ويطلق عليها بالفيتامينات .

فيتامين (أ)

VITAMIN A

فيتامين (أ) مادة ذووبه في الدهن وتوجد في دهن الحليب (الزبد والقشطة) ولا توجد في الدهون النباتية ولا زيوت (زيت الزيتون، زيت الكتان، زيت الفول السوداني) ويضاف فيتامين (أ) إلى الماركرين أثناء انتاجه من هذه الزيوت

ان الكاروتينات (Carotenes) التي توجد في الخضروات الخضراء، والجزر تحتوي على جزيئين من فيتامين (أ) مرتبطتين ببعضهما. وتحول هذه المواد إلى جزيئة واحدة من فيتامين (أ) في الجسم وهي بذلك تهيء مصدرا بديلا لهذا الفيتامين.

يمتص فيتامين (أ) مع الدهن في الوقت. ويحتاج لهذا الغرض املاح الصفراء (Bile) ولايبز البنكرياس (Pancreatic Lipase) ويؤدي نقص فيتامين (أ) إلى تغيرات في الظهارة (Epithelium) وتنكس (Degenerate) الغدد الدمعية والغدد اللعابية والغدد العرقية. وان تنكس الغدد الدمعية يؤدي إلى جفاف في العينين والعمى (Xerophthalmia) حالة جفاف القلّة.

وفيتامين (أ) ضروري لتكوين الأرجوان البصري (Visual Purple) والذي هو صباغ يستعمل من قبل قضبان الشبكية للتكيف البصري في الظلام. ولذا فإن نقص فيتامين (أ) يؤدي إلى عمى الليل. وان بداية هذه الحالة غالبا ما تكون العلامات الأولية لنقص هذا الفيتامين

فيتامين (ب) المركب

VITAMIN B COMPLEX

ان مجموعة فيتامين (ب) ذووبه في الماء. وكانت مكونات هذه المجموعة قد رقت في الأصل، ولكن لازالة اللبس فإن الاسماء غالبا ما تستعمل بدلا منها

ان كثيرا من فيتامينات (ب) هذه مهمة لتكوين الخمائر (Enzymes) والتماثم الخميرية (Co-Enzymes) والمهمة في دورة كريبس لحمض الستريك وايض الكاربوهيدرات

الثيامين (النيورين - فيتامين ب ١)

THIAMINE (ANEURINE-VITAMIN B1)

يوجد الثيامين في الحبوب والخميرة . ونقصه يؤدي الى حالة البري بري (Beriberi) وهذا اضطراب في ايض الكربوهيدرات يؤدي الى التهاب الاعصاب المتعددة (Polyneuritis) (وهو اضطراب في الاعصاب الحسية والحركية معا) والتي غالبا ما تكون مصحوبة بالخزب وقصور القلب .

حمض النيكوتينك (نياسين) (Nicotinic Acid) (Niacin)

يوجد حمض النيكوتينك في الكبد والكلية والخميرة . ويؤدي نقصه الى حدوث البلاكرا (Pellagra) * وهو تغييرات تحدث في الجلد تؤدي الى التهابه . والاسهال يكون شائعا ، ويتأثر الدماغ مما يؤدي الى الخبل (Dementia) ويشيع هذا المرض بين الصبيان والبالغين في السكان الذين تكون تغذيتهم فقيرة ، والذين يعيشون اساسا على الذرة . اما الرضع والاطفال الصغار فانها تؤدي بهم الى الكواشير كور (Kwashiorkor)

الريبوفلافين (ب٢)

RIBOFLAVIN (B2)

يوجد الريبوفلافين في الطحين الكامل واللحم والحليب ونقصه يؤدي الى التهاب اللسان والى التهاب الجلد الزهمي (Seborrhoeic Dermatitis) * وتنمو الاوعية الدموية في قرنية العين ويؤدي هذا مع التهاب العصب خلف المقلة (Retrobulbar) الى عيب في الرؤية .

السيانوكوبالامين ب١٢ حمض الفوليك

CYANOCOBALAMIN (B12) AND FOLIC ACID

ان هذين الفيتامينين يجمعان سوية لانهما اساسيان في تكوين الكريات الحمراء ان نقص فيتامين (ب١٢) يعود عادة الى قصور في الامتصاص المعوي بدلا من القصور بسبب الاخذ ونقصه يؤدي الى فقر الدم كبير الكرية من نوع فقر الدم الخبيث (Pernicious Anaemia) وحامض الفوليك ضروري ايضا لتكوين كريات الدم الحمراء ، ومن المحتمل ان يكون تأثير فيتامين ب١٢ هو توفير كميات اكبر من حمض

الفوليك في خلايا نخاع العظم

ان نقص فيتامين ب١٢ يؤدي الى علة فيتامين ب١٢ العصبية (Vitamin B12 Neuropathy) وهذه العلة العصبية تأخذ شكل تنكس مشترك تحت الحاد (Subacute Combined Degeneration) للحبل الشوكي ويصاحبه تنكس في الياف الاعصاب الحسية والحركية معا .

ان فقر الدم كبير الكريات غالبا ما يستجيب لحمض الفوليك وحده ولكن العلة العصبية لا تستجيب .

ان الامتصاص الكافي لحمض ب١٢ في الوقت الذي يصل فيه نهاية اللغائفي (Ileum) يعتمد على افراز العامل الداخلي المنشأ من قبل المعدة . وبالإمكان تجنب الية امتصاص العامل الداخلي المنشأ باعطاء جرعة عالية من فيتامين ب١٢ عن طريق الفم او عن طريق الحقن

مكونات اخرى لمجموعة فيتامين ب المركب :

ان المكونات الاخرى لمجموعة ب المركب تشمل حمض البانتوثنيك (Pantothenic Acid) والبايريدوكسين (Pyridoxin) (فيتامين ب٦) والبيوتين (Biotin) . ويركب الريبوفلافين وحمض النيكوتينك وحمض الفوليك والبيوتين بواسطة البكتريا التي تعيش في الامعاء الكبيرة وهي تمتص بكميات جيدة

فيتامين ح (حمض الاسكوربيك)

VITAMIN C (ASCORBIC ACID)

ان فيتامين ح (ذووب في الماء ويتحطم بالحرارة في المحاليل القلوية . ولذا فانه سرعان ما يتلف بالطبخ عند اضافة الصودا اليه

يوجد فيتامين ح (ح) في الفواكه الحمضية (الليمون والبرتقال والكزيت فروت) والكشمش الاسود والشاي والخضروات الورقية الخضراء . وينعدم في اللحم والسلك والدهن والزيوت

ونقص فيتامين ح (ح) يؤدي الى البشع (Scurvy) والذي هو مرض نزفي يصاحبه نزف اللثة ونزف في المفاصل وسهولة تكدم الجلد .

واكثر ما يحدث النقص عند عدم وجود الخضروات الطازجة في القوت

ومن المحتمل ان يكون فيتامين ح مشتركا في تكوين الفراء

(Collagen) والمادة السمنتية التي بين الخلايا . هذا وان نقص فيتامين ح يؤدي الى بلىء اندمال الجرح .

فيتامين د

VITAMIN D

وهذا فيتامين ذوب بالدهن يوجد في دهن الحليب (الزبد والقشطة) وفي صفار البيض وزيت كبد السمك . وكما في فيتامين أ فإنه لا يوجد في الخضروات والزيت وأنه يضاف الى الماركرين اثناء انتاجه . ويعمل فيتامين (د) بفعل اشعة الشمس على الجلد .

ان نقص فيتامين د يؤدي الى الكساح (الرخسـد (Rickets) وهو مرض الطفولة حيث يصاحبه نقص في الامتصاص المعوي للكالسيوم ونقص في كالسيوم العظام . اذ انه على الرغم من تكون كميات كبيرة من الغضاريف للتعظم (Ossification) الا ان هنالك نقصا في التكلس . وهذا يؤدي الى ورم في الالتقاءات المشاشية (Epiphyseal Junction) وتكون العظام لينة تؤدي الى انحناء الساقين وتشربه الصدر . وهناك حالة مشابهة تحدث في البالغين وخاصة في النسوة الحوامل وتسمى تلين العظام (Osteomalacia)

ان الابحاث الحديثة تبين بان فيتامين (د) يتحول الى هيدروكسي فيتامين (د) في الكبد ، ومن ثم الى دايهيدروكسي فيتامين (د) بواسطة الكلية عندما يكون مستوى الكالسيوم في الدم واطنا

ان مركب الدايهيدروكسي هو اقوى من فيتامين (د) نفسه ويساعد اكثر في امتصاص الكالسيوم من القناة الهضمية في هذه الحالة .

وعندما يصل مستوى الكالسيوم في البلازما الى حده الطبيعي (١٠) ملغم في كل ١٠٠ سم^٣ بلازما) فان هذا التحويل يتوقف ويقل عند امتصاص الكالسيوم

فيتامين ي

VITAMIN E

ان نقص هذا الفيتامين يؤدي الى العقم في الجرذان ولكنه لا توجد ادلة ثابتة بانه ضروري للانسان

فيتامين ك

VITAMIN K

يوجد هذا الفيتامين في الخضروات الخضراء . وهو ضروري لتكوين سابق الخثرين ويتركب بواسطة البكتريا في الامعاء . وان نقصه نادر الا عندما تكون الامعاء معقمة (في الولادة وبعد تناول مادة وسيمية) (Broad Spectrum Antibiotic)

نقص الفيتامين Vitamin Deficiency

يحدث نقص الفيتامين الشامل في الاقطار المتخلقة ويشمل هذا النقص جفاف المقلة (نقص فيتامين أ) البري بري (نقص الثيامين) البلاكرا (نقص حمض النيكوتينك) البشع (نقص فيتامين ح) والكساح (نقص فيتامين د) .

وفي الاقطار المتقدمة تحدث بعض حالات نقص الفيتامين ولكنها تكون اقل شدة وتنطبق هذه على الاخص على مجموعة ب حيث تزداد الحاجة اليه بسبب متطلبات السرعات العالية وقوت الكربوهيدرات الغني والى فيتامين ح في الاشخاص المسنين والذين لا يأكلون الفواكه الطازجة وجميع الفيتامينات تتوفر بشكل كيمياويات ويمكن اعطاء اضافة قوية عند الحاجة

زيادة الفيتامينات Excessive Vitamins

ليس لزيادة فيتامين ب وفيتامين ح في القوت اي تأثير ولكن كميات كميات كبيرة من فيتامين أ افراط الفيتامين أ (Hypervitaminosis A) تؤدي الى اضطرابات معدية معوية والى التهاب الجلد وان كبد بعض الحيوانات كالدب القطبي يحتوي على كميات كبيرة من فيتامين أ بحيث ان امراض التسمم سرعان ما تظهر عند اكل الكبد وزيادة فيتامين د مضره ايضا وتسبب فقدان الوزن وزيادة التكلس والتي قد تشمل بعض الانسجة غير العظام

الاحماض الدهنية الاساسية (Essential Fatty Acids)

ان بعض الاحماض الدهنية الغير مشبعة مثل حمض اللينوليك (Linoleic Acid) يحتاجها الجسم ولكنه لا يستطيع تركيبها ولذا فمن الضروري وجودها في الطعام الدهني المأكول وتدعى مثل هذه الاحماض الدهنية بالاحماض الدهنية الاساسية وحيث انها ضرورية بكميات كبيرة فلذا فانها لم تصنف كفيتامينات

البروستاغلاندينات (Prostaglandins)

ان الاحماض الدهنية غير المشبعة ضرورية لتكوين البروستاغلاندينات . وهذه مواد فعالة جدا توجد في كثير من انسجة الجسم . وان لها تأثيرات مختلفة ولكن الظاهر ان تأثيرها الاساسي يكون على العضلة اللساء . وتحطم البروستاغلاندينات بسرعة في الجسم ولذا فان سرعة الكميات المنتجة تكون عالية .

والبروستاغلاندينات نفسها احماض دهنية غير مشبعة تتكون من عشرين ذرة الكربون تتصل باصرة كيميائية بين ذرة الكربون الثامنة والثانية عشر . وهي تقسم الى

PGF₂ Alpha , PGE₂ , PGD₂ , PGC₂ , PGB₂ , و PG

هو مختصر البروستاغلاندين . وتلحق بها الارقام 1 و 2 و 3 لتبين عدد الاصوات الزوجية غير المشبعة في الجزيئة . وعندما يكون هنالك اكثر من شكل واحد ، فانها تقسم الى الفا وبيتا وكاما ... الخ . وعليه فان البروستاغلاندين الذي يسبب التقلص الرحمي يطلق عليه

PGF₂ Alpha و PGE₂

الاملاح المعدنية والماء Mineral Salts and Water :

واضافة الى الفيتامينات ، فان على القوت ان يجهز الجسم بكميات مناسبة من الاملاح المعدنية .

املاح الصوديوم والبوتاسيوم :

ان الكميات المأخوذة في القوت من الصوديوم والبوتاسيوم يجب ان تكون كافية لادامة ميزان الشوارد في الجسم . وسنبحث ذلك مفصلا في الفصل القادم .

الكالسيوم :

يحتاج الجسم الكالسيوم لتعظم العظام ولادامة الاستفزازية الصحيحة لالياف الاعصاب ، ولتمكين الدم من التجلط .

يوجد الكالسيوم في الحليب والجبن والجسوب والخضروات الخضراء ، ولكن امتصاصه من الامعاء لا يكون كاملا ابدا وان حوالي ثلاثة ارباع الكالسيوم المأخوذة قد تظهر في الفاائط وان وجود فيتامين د ضروري لامتصاص الكمية الكافية من الكالسيوم والاستفادة منه في الجسم . وان مستوى الكالسيوم في الدم يسيطر عليه بواسطة غدة جنيب الدرقية (Parathyroid) .

اليود :

ان وجود اليود في القوت ضروري لكي تقوم الغدة الدرقية (Thyroid) بوظيفتها على الوجه الاكمل ويوجد اليود في الطعام البحري وفي النباتات النامية قريبا من البحر وقد يحدث نقص اليود في القوت في المناطق البعيدة عن البحر وهذا ما يؤدي الى ورم الغدة الدرقية (الدراق) (Goitre) ونقص الثايروكسين في الدم . ولذا فانه تضاف الايوديدات الى ملح المائدة لمنع هذا النقص .

الحديد :

يوجد الحديد في معظم الاغذية ولكنه نسبيا ينقص في الحليب . وهو ضروري في تكوين الهيموكلوبين والصباغ الحاوية على الحديد والخمائر في الجسم

الماء

WATER

ان شرب الماء يوميا ضروري لادامة ميزان الماء . فعلى الرغم من ان الشخص السائب قد يبقى حيا لعدة اسابيع بدون الاكل ، لكنه لا يستطيع البقاء الا اياما معدودة فقط بدون الماء .

ولكي يبقى الجسم في حالة توازن مائي ، فانه من الضروري ان تكون كميات الماء المأخوذة يوميا مساوية للكميات المفقودة . وهذا ما سنشرحه في البحث القادم .

١٣ - توازن السائل والشوارد والكلية

FLUID AND ELECTROLYTE BALANCE AND THE KIDNEY

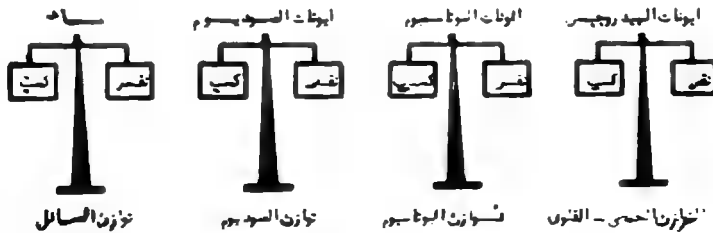
مفهوم التوازن (The Concept of Balance) :

تحتاج خلايا الجسم الى محيط ثابت مستقل عن التغيرات التي تحدث في العالم الخارجي .

ولكي تبقى كميات المواد ثابتة في الجسم ، فان الكميات المحصلة يوميا يجب ان تكون مساوية للكميات المفقودة . وهذه الحقيقة يمكن تشبيهها بكفتي ميزان ، حيث يكون المأخوذ في كفة والمفقود في الكفة الاخرى . فاذا كان المأخوذ معادلا للمفقود ، فان الميزان يكون عندئذ متوازنا ويبين المؤشر فيه حالة التعادل (شكل ٩٩) . واذا زاد المأخوذ على المفقود ، فان المؤشر سيبين بان المادة تتجمع في الجسم مسببة الزيادة . واذا ما كان المفقود يزيد على المأخوذ ، فان المؤشر عند ذلك سيبين بان المادة تفقد من الجسم مؤدية الى النقص . ويتطلب مستوى ثابت من الماء والاملاح المعدنية لادامة محيط مناسب لخلايا الجسم

ان كميات هذه المواد المستحصلة يوميا تعتمد على القوت . ولكنه بدون التحليل الكيميائي لا يمكن معرفة المحتويات غير العضوية للقوت بدقة . وانه لمن الصعب تنظيم المأخوذ بالنسبة لحاجة الجسم بالضبط . ولذا فانه تؤخذ كميات اكثر ويدام الميزان عن طريق تنظيم الكمية المبرزة بواسطة الكليتين

واذا حدث ان قصر هذا المسلك الابرازى ، كما في القصور الكلوي مثلا ، فيجب عندئذ تنظيم المأخوذ بدقة كي يساوي تماما ما يفقد عن طريق المسالك غير الكليتين (المرق ، الفائط الخ)



شكل ٩٩- ادامة التوازن بواسطة الكلية . تلعب الكلية دورا مهما في ادامة توازن الماء وايونات الصوديوم والبوتاسيوم والهيدروجين .

ان الساور غير المحدد كالذي يؤخذ طبيعيا ، قد يؤدي الى تجمع
المادة في الجسم

الكلىة

THE KIDNEY

ان الوظيفة الاساسية للكلىة هو انتاج البول وهي تنتج ايضا
الرينين ومكون الدم (Erythropoietin) . وهي تحول فيتامين د الى
شكل فعال يحفز على امتصاص الكالسيوم من السبيل الهضمي .

تديم الكلىة ثبات المحيط الداخلي بانتاج البول الذي يبرز من
الجسم ، اي انها تديم سوائل الجسم بتركيب ثابت .

تلمب الكلىة دورا مهما في :

- ١ - ادامة ميزان الماء
- ٢ - ادامة ميزان الشوارد
- ٣ - ادامة ب.ه. الدم

ويحتوي البول المبرز على

١ - الماء الزائد (Surplus Water) :

بابراز الماء الزائد عن حاجة الجسم فان الكلىة بذلك تديم الجسم
في حالة توازن مع الماء (شكل ٩٩)

٢ - الشوارد الزائدة (Surplus Electrolytes) :

بابراز الايونات غير العضوية المأخوذة والزائدة عن حاجة الجسم
(الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم والكلورايد الخ) ، فان
الكلىة بذلك تديم الجسم في حالة توازن مع الشوارد . وسريريا فان اهم
الايونات هي ايونات الصوديوم والبوتاسيوم والهيدروجين (شكل ٩٩)

٣ - الفضلات الايضية (Metabolic Waste Products) :

١ - اليوريا - تتكون اليوريا من الاحماض الامينية المستعملة
للحرارة والطاقة . وقبل ان يمكن من حدوث هذا ، فان جزء النايتروجين
من الجزيئة يتحول الى الامونيا ومن ثم الى اليوريا

ب - حمض اليوريك ان النايتروجين من الاحماض النووية
(Nucleic Acids) والبيورينات (Purines) ، يبرز على شكل
حمض اليوريك . وان قسما من حمض اليوريك يركب في الجسم وان

زيادة انتاج هذه المادة وترسبها في المفاصل يؤدي الى حالة مؤلمة هي النقرس (Gout) .

ج - الكريتينين (Creatinine) : يأتي الكريتينين في البول من الكريتين في العضلة ، ووجوده في البول يمثل فقدان النايتروجين من الجسم . وان فوسفات الكريتين هي مصدر الحرارة والطاقة في العضلة . ويتحطم الكريتين دوماً ويتحول الى الكريتينين والذي يتسرب الى الدم حيث يفقد في البول . ان هذا الفقدان الذي يعود الى كمية نسبج العضلة ، يضع جهداً كبيراً على مصار البروتين في الجسم في حالة السقب ، حيث ان هذا الفقدان سيستمر حتى وان لم يكن هناك اي اخذ للطعام .

٤ - الاحماض والقلويات الزائدة (Surplus Acids and Surplus Alkalies) :

ان البول هو طريق الابراز للاحماض الزائدة (او القلويات الزائدة) المأخوذة والمتكونة بواسطة الابيض (حماض ابضي Metabolic Acidosis) وبين ب. ه الدم ما اذا كان الزائد هو احد الاحماض او احد القلويات .

٥ - المكونات غير الطبيعية (Abnormal Constituents) :

ان وجود مكونات غير طبيعية في البول ، غالبا ما توضح سبب الاضطراب الاساسي . وان بعض المكونات غير الطبيعية والتي تجري لها الفحوص هي :

- ١ - الكلوكون (في حالة البول السكري)
1. Glucose (Diabetes Mellitus)
 - ٢ - الاجسام الكيتونية (في حالة تكون الاجسام الكيتونية)
2. Ketone bodies (Ketosis)
 - ٣ - اح البلازما (في حالة مرض الكلية)
3. Plasma Albumin (Kidney Disease)
 - ٤ - الكريات الحمراء (في حالة مرض الكلية)
4. Red Cells (Kidney Disease)
 - ٥ - سكر الحليب (في حالة سكر الحليب في الدم)
5. Galactose (Galactosaemia)
 - ٦ - كيتونات الفينيل (بيلة الفينيل كيتون)
6. Phenylketones (Phenylketonuria)
- وسيحوي البول ايضا على المحتويات الايضية للدوية المأخوذة .

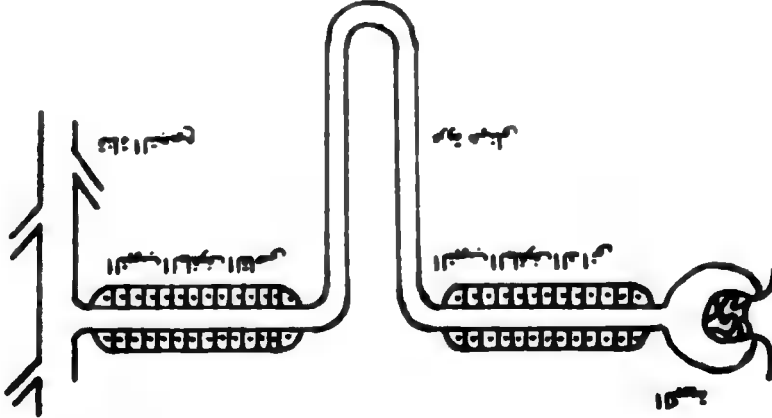
وقد يحتوي على اثار قليلة من مكونات الدم . ان وجود الهرمون محرض القند المشيمي (Chorionic Gonadotrophin) في بول امرأة حامل يشكل اساس فحص الحمل .

تكون البول

THE FORMATION OF URINE

ان الوحدة الاساسية لتكوين البول هي الوحدة الكلوية . وتوجد مليون وحدة كلوية في كل كلية . تبدأ الوحدة الكلوية بلمعة (Tuft) من ستة الى ثمانية شعريات دموية مغلقة نهاية نبيب (Tubule) . ويسمى هذا التركيب بالكبيبة (Glomerulus) . وينقسم النبيب الى النبيب الملفوف الداني (Proximal Convulated Tubule) وعروة هينلي ثم النبيب الملفوف القاصي (Distal Coivulated Tubule) (شكل ١٠٠) . وتؤدي عدد من النيبات الى قناة تجميع (Collecting Duct) والتي بدورها تؤدي الى المثانة عن طريق الحالب (Ureter) . يفرغ البول من المثانة عن طريق الاحليل (Urethra) .

يتكون البول بعملية :



شكل ١٠٠ - مخطط يبين مكونات اجزاء الوحدة الكلوية (ليس بالقياس) .

- ١ - الترشيح الكبيبي (Glomerular Filtration)
- ٢ - اعادة الامتصاص النببي (Tubular Reabsorption)
- ٣ - الافراز النببي (Tubular Secretion)

الترشيح الكبيبي (Glomerular Filtration) :

تعمل الكبيبة كمرشحة بين الدم النيبب وان حوالي عشر الماء الذي في الدم الجاري خلال الكبيبة ومصاحباته من المكونات الصغيرة (والتي وزنها الجزيئي اقل من ١٦٧.٠٠) ترشح وتعر في النيبب اما المكونات الكبيرة وبضمنها الكريات الحمراء وبروتينات البلازما فانها لا ترشح وتبقى في شعريات الكبيبة (جدول ٣) :

جدول رقم (٣)

الترشيح الكبيبي

مكونات وجزيئات كبيرة لا ترشح	مكونات صغيرة ترشح وتدخل النيبب
---------------------------------	-----------------------------------

كريات الدم	الماء
بروتينات البلازما	الاملاح الغير المعدنية
	الكلوكوز
	الاحماض الامينية
	اليوريا ()
	حمض اليوريك (فضلات
	الكريتينين ()

وسيحوي الراشح المار الى النيبب على الاملاح غير العضوية ومواد الغذاء كالكلوكوز والاحماض الامينية ، والفضلات مثل اليوريا وحمض اليوريك والكريتينين

ان عملية الترشيح هذه هي غير اختيارية اطلاقا . فالمواد المترشحة هي تلك التي يكون حجمها صغيرا ولا يحدث اي تحويل في هذه المرحلة مهما كانت متطلبات الجسم

اعادة الامتصاص النيببي : (Tubular Reabsorption)

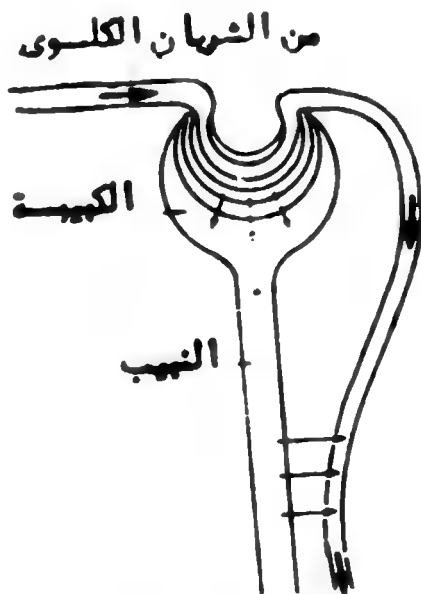
ان الشعريات الدموية للكبيبة تشكل شريتا ثانيا يجري الى النيبب حيث يشكل هنا شبكة شعرية تحيط بالنيبيب وتسمح هذه الشبكة الشعرية لان يجري اعادة الامتصاص فيها (شكل ١٠١) . واعادة الامتصاص هنا يكون اختاريا ، ويختلف حسب حاجة الجسم لكل مادة . واذا ما كان هنالك نقص في الجسم ، فان اعادة الامتصاص يكون كاملا . واذا كانت هنالك زيادة في ماد ما ، فان الزيادة يسمح لها بالاستمرار في

النيبيب . دون ان يعاد امتصاصها ، وان تمر الى قنوات التجميع والحالب
ومن ثم الى المثانة .
والكلوكوز مثال على المادة التي يعاد امتصاصها كلياً في الظروف
الطبيعية .

الافراز النيببي : (Tubular Secretion) :

والعملية الثالثة المشتركة في تكوين البول هي الافراز النيببي .
تضاف مواد الى الراشح الكببي بواسطة النقل الفاعل
(Active Transport) في عكس اتجاه اعادة الامتصاص . وان
الاحماض والقلويات الزائدة تطرح من الجسم بهذه الآلية الافرازية .
ان البنسلين مثال على المادة التي ليس فقط انها تترشح
بواسطة الكبيبة ، ولكنها تفقد ايضا عن طريق الافراز النيببي . ويعطي
الدواء (Probenecid) الذي يثبط الافراز النيببي للبنسلين ،
لرفع متوسط التركيز في الدم عندما يكون المرضى تحت المعالجة
بالبنسلين .

وعليه فان دراسة وظيفة الكلية هي في الاساس دراسة التحريض



الى الوريد الكلوي

شكل - ١٠١ - ان شعيرات الكبيبة تعيد تكوين شرين يؤدي الى شبكة
شعيرية ثانية حول النيبب . وهذه تسمح باعادة
الامتصاص النيببي بعد الترشيح الكببي .

في الراشح الكببي الذي يحدث في النبيب . وحيث ان كل مادة تعالج بصورة مختلفة لذا فاننا سنتناول المكونات الاساسية للراشح .

الماء

WATER

ان جميع الوحدات الكلوية تعمل سوية لترشيح ١٢٠ سم^٣ من الماء في الدقيقة ويعرف هذا بسرعة الترشيح الكببي (Glomerular Filtration Rate) وهذا ما يعادل ترشيح ١٧٠ لترا من الماء في اليوم .

وهو ممثل تخطيطيا في (الشكل ١٠٢) حيث نرى وحدة كلوية كبيرة تمثل نظريا كل وحدات الكلية الكلوية . ومن هذه ال ١٢٠ سم^٣ من الماء المترشحة في الدقيقة الواحدة ، فان ١١٩ سم^٣ منها يعاد امتصاصها عندما يمر الراشح من خلال النبيب ، بينما يمر ١ سم^٣ فقط الى قناة التجميع والحالب والمثانة ليصبح بولا وان ١ سم^٣ في الدقيقة تساوي ١٥٠٠ سم^٣ من البول في اليوم الواحد .

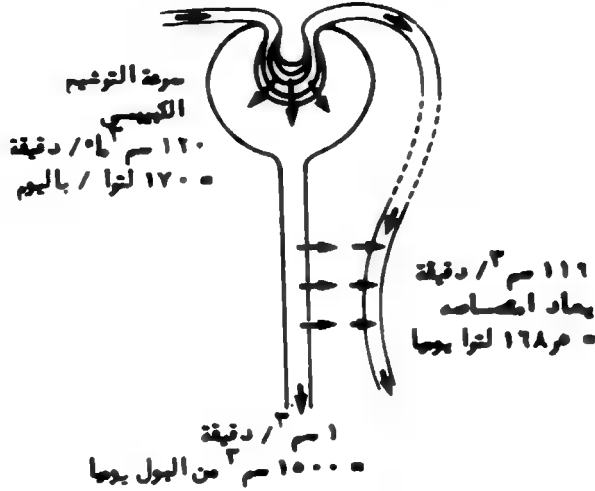
ويجب الملاحظ بان الدم يحتوي على ثلاثة التار فقط من الماء في البلازما ، وان راشحا كيبيا مقداره ١٧٠ لترا في اليوم ، يعني بان نفس كمية الماء قد ترشحت واعيد امتصاصها ٥٠-٦٠ مرة في اليوم (٢-٣ مرات في الساعة) . وسيكون هنالك ايضا تبادل بين الماء في البلازما والماء في بقية اجزاء الجسم (الخلايا والمسافات النسيجية) . وحيث ان مجموع ماء الجسم يبلغ ٤٥ لترا فقط ، لذا فان ١٧٠ لترا في اليوم من الترشيح الكببي تعني بان جميع الجسم سترشح بمعدل اربع مرات في اليوم .

اعادة الامتصاص النيببي للماء (Tubular Reabsorption of Water)

النيبيات انايب طويلة جدا (عدة سنتمرات في الطول) عند مقارنتها بكروية دم حمراء (قطرها ٧ مايكرونات) وحجم الكبيبة (١٠٠ مايكرون) . ولكي نعطي بعض الفكرة عن طولها ، فانه اذا ما ازداد حجم الكبيبة الى حجم كرة الكولف ، فان طول النبيب المثالي سيكون حوالي ٩ امتار .

وخلال المرور النبيب الطويل جدا ، فان المكونات التي يراد اعادة امتصاصها تتركز الى جهة واحدة من الخلايا المبطنة للنبيب ، حيث تمر من خلال هذه الخلايا وتدخل الشريكات الدموية في الجانب الاخر . وفي

مجموع ماء الجسم = ٤٥ لترا
حجم البلازما = ٣ لتر



شكل ١٠٢ - تخطيط يبين ناتج الماء في الوحدة الكلوية ان هذه الوحدة الكلوية العملاقة تمثل مجموع ال ٢٠٠٠٠٠ وحدة كلوية في كلي الكليتين .

معظم المواد فان هذه العملية هي عملية فاعلة في جزء خلايا النيب وتحتاج الى صرف طاقة لذلك .

وعندما يمر الراشح على طول النيب الملفوف الداني ، فان سبعة اثمان كمية كلوريد الصوديوم تمتص بهذه العملية الفاعلة ، وان سبعة اثمان كمية الماء يعاد امتصاصها بصورة منفصلة مع كمية الصوديوم هذه . اما اعادة امتصاص الكمية المتبقية من الماء فانها تتم في النيبسب الملفوف القاصي وقنوة التجميع . ويسيطر عليها بواسطة الهورمون الزارم (Antidiuretic Hormone) المفرز من الغدة النخامية الخلفية . ويعرف الهورمون الزارم ايضا بالفازوبرسين (Vasopressin) . وان تحرير الهورمون الزارم يسيطر عليه بواسطة مستقبلات التناضح (Osmoreceptors) في منطقة تحت المهاد .

ادامة توازن الماء بواسطة الكليتين

MAINTENANCE OF WATER BALANCE BY THE KIDNEYS

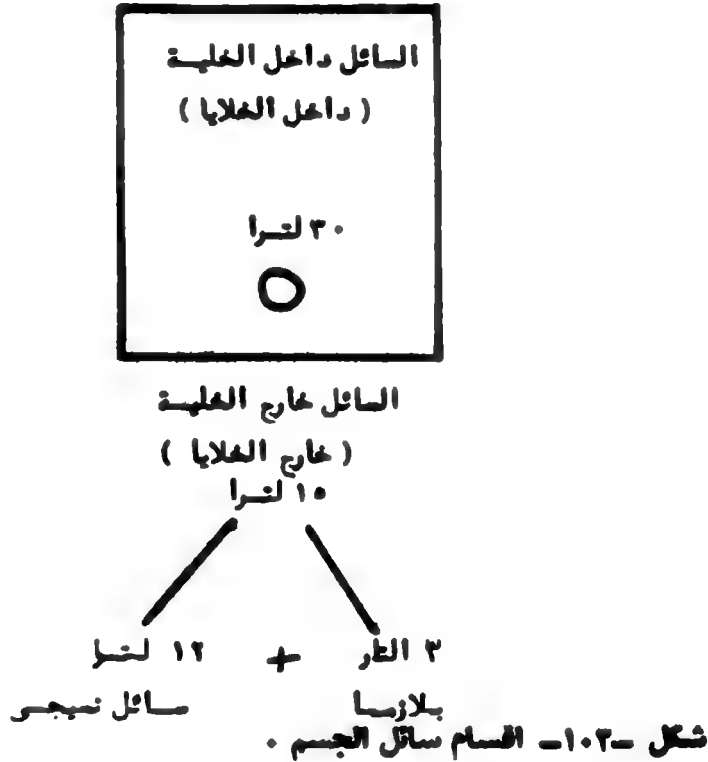
الاسماء السائل :

يبلغ مجموع حجم الماء في الجسم حوالي ٤٥ لترا (الماء الكلي للجسم)،

وان حوالي ٣٠ لترا من هذا الماء يوجد داخل الخلايا (السائل داخل الخلية) . بينما توجد بقية الـ ١٥ لترا خارج الخلايا (السائل خارج الخلية) . وتقسم الـ ١٥ لترا خارج الخلية الى ١٢ لترا سائلا نسيجا و ٣ التار بلازما . (شكل ١٠٣) .

يكون الماء ٧٠٪ تقريبا من وزن الجسم . وحيث ان وزن الجسم يبقى ثابتا ، فذلك يعني بان مجموع ماء الجسم يكون ثابتا ايضا . ولكي

مجموع ماء الجسم = ٤٥ لترا



يكون الجسم في حالة توازن مائي ، فان الماء المستحصل يوميا يجب ان يكون مساويا للماء المفقود . فاذا زاد الماء المستحصل على الماء المفقود ، فان الشخص سيصبح فارط التموه (Over-hydrated) وخزبا . ومن ناحية اخرى ، فاذا كان الماء المفقود يزيد على الماء المستحصل ، فسيحدث الانكاز (Dehydration) .

الماء المستحصل (Water Gained) :

يستحصل الماء يوميا بعدة طرق (شكل ١٠٤) . فاولا تؤخذ السوائل

عن طريق الفم وبهذه المناسبة يجب ان نتذكر بان قدح الشاي يكون مساويا لقدح الماء ، وان قدح القهوة يكون مساويا لقدح الماء الخ .

وثانيا ، يؤخذ الماء بشكل رطوبة (Moisture) في الطعام . اذ انه حتى البسكويت الجاف يحتوي على نسبة عالية من الماء ، وان بعض الفواكه كالبطيخ تحتوي على اكثر من ٩٠٪ ماء .

وثالثا ، يتكون الماء في خلايا الجسم وذلك باكسدة هيدروجين الطعام خلال العمليات الايضية والتي تنتج الحرارة والطاقة . وان مقدار ما يتكون يوميا بهذه الطريقة هو نصف لتر تقريبا .

ان الاحساس بالعطش (Thirst) هو الذي يعين كمية الماء الواجب اخذها .

ولكن اخذ السوائل الاخرى تعينها عوامل اخرى كالعادات الاجتماعية اكثر مما تعينها حاجة الجسم لها . ان مضمضة الفم بالماء تطفيء العطش مؤقتا على الرغم من عدم ابتلاع الماء .

الماء المفقود (Water Lost)

يفقد الماء في البول ومن خلال الجلد وفي الهواء الزفير وفي الفاظ وفي سوائل جسمية مفقودة

الجلد :

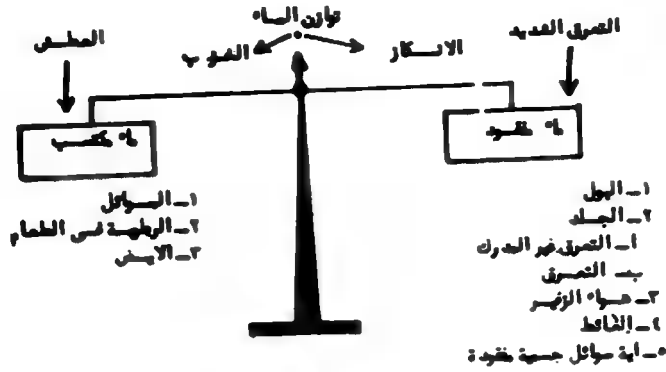
يفقد الماء عن طريق الجلد بطريقتين . فالجلد الذي يغطي الجسم غير محكم تماما ضد الماء ، وان الماء يفقد باستمرار من المسافات النسيجية بعملية التعرق غير المرئى (Insensible Perspiration) .

ان هذا الفقدان للماء من سطح الجسم يكون في الحالة الطبيعية قليلا ولكنه قد يكون كبيرا جدا بعد الحروق حيث تفقد مساحات كبيرة من الجلد .

ويحدث التعرق عندما يكون الجسم حارا . والعرق الذي هو محلول مخفف لكلوريد الصوديوم في الماء ، يصل الى الجلد عن طريق قنوات الغدد العرقية . ويحدث التعرق بتأثير الفعالية العصبية الودية ، ولكن الياف الاعصاب الودية الى الغدد العرقية تحرر الاستيل كولين (بدلا من الناقل الودي الاهتياذي النورادرينالين) وان تبخر هذا العرق هو الذي يبرد الجلد .

هواء الزفير :

يكون هواء الزفير مشبعا ببخار الماء . وهذه الحقيقة تستعمل في فحص المرأة لرؤية ما اذا كان الشخص يتنفس او ان الهواء يتسرب من



شكل - ١٠٤ - العوامل التي تديم توازن الماء . اذا كان مقدار المساء المكتسب يوميا مساويا لمقدار الماء المفقود ، فان الجسم يكون في حالة توازن مائي . اما اذا كان مقدار الماء المكتسب هو اقل من الماء المفقود ، فانه تحدث حالة الانتكاز واذا زاد مقدار الماء المكتسب عن الماء المفقود ، فان الجسم يصبح عندئذ في حالة فرط الاماهة والتي تؤدي الى الخبز . ان الاحساس بالعطش يضمن بان الماء المأخوذ كافيا .

قطعة الفم في جهاز قياس النفس اثناء فحص وظيفة الرئة اذا ان بخار الماء يضرب المآة اللمعة .

وحيث ان الهواء المستنشق يحتوي على كمية اقل من بخار الماء عما يحويه هواء الزفير ، لذا فان عملية التنفس تسبب فقد الماء من الجسم

ومن الممكن ان يكون فقدان الماء عاليا في هواء الزفير عند ازدياد التنفس ، وخاصة عندما يكون محتوى الماء في هواء الشهيق واطنا . وعليه فاذا كان شخص يفرط في التهوية فانه سيفقد كمية كبيرة من الماء اكثر مما يفقده الشخص الطبيعي ويكون فقدان الماء في هواء الزفير عاليا جدا عند متسلمي الجبال حيث ان درجة المحيط الباردة تجعل هواء الشهيق جافا جدا ، في الوقت الذي تزداد فيه سرعة التنفس في الارتفاعات الشاهقة . ومع شدة البرد في الارتفاعات الشاهقة فان تأمين الوقود لازابة الثلج لتجهيز ماء الشرب تكون مشكلة خطيرة

ويجب التذكر بان ادخال التدفئة المركزية الى بناية ما ، ستزيد من كمية الماء المفقود في هواء الزفير عند شاغليها ، وما لم تزد كمية السوائل المأخوذة فانها قد تؤدي الى الانتكاز وخصوصا عند كبار السن

الفاتط :

في الاحوال الطبيعية ، فان كمية الماء المفقودة عن طريق الفاتط تكون قليلة جدا (حوالي ١٥٠ سم ٣) ، ولكنه في حالة الاسهال فان كمية الماء المفقودة بهذا الطريق قد تكون عالية جدا مما قد تسبب الانكسار

الماء المفقود في سوائل الجسم الاخرى :

يفقد الماء من الجسم عند القيء ، وان اي نزف يمثل فقداناً لذلك الحجم من الماء . وحتى الرشح العادي قد يسبب فقداناً مهماً للماء من الانف . ويمثل البكاء ايضاً فقداناً للماء .

البول :

قليل جداً من العوامل السابقة تؤثر في مأخوذ الماء وفقدانه يمكن تغييرها للمحافظة على الميزان المائي . وفي الظروف الطبيعية فان المتغير الوحيد الذي يمكن المحافظة على الميزان المائي هو حجم البول . زد على ذلك فان السائل المأخوذ غالباً ما تعنيه الاعتبارات الاجتماعية بدلاً من الحاجات الفسلجية . لذا فانه ان قبل الشخص كوباً من الشاي او القهوة ، فان الجسم سيكون قد زاد مأخوذه بـ ١٠٠ سم ٣ من الماء والتي يجب ان تبرز بعدها في البول للمحافظة على الميزان المائي

زيادة الماء : Water Excess :

ان الالية التي يدام بها التوازن المائي قد يكون رؤيتها بملاحظة تأثيرات شرب لتر واحد من الماء زيادة عن حاجة الجسم فالماء يؤخذ عن طريق الفم حيث يمر من خلال المعدة فيمتصه الدم في الامعاء الدقيقة . وهنا يخفف الماء البلازما لكن معظم الماء يترك البلازما ويدخل السائل النسيجي ومن ثم الى خلايا الجسم (شكل ١٠٥)

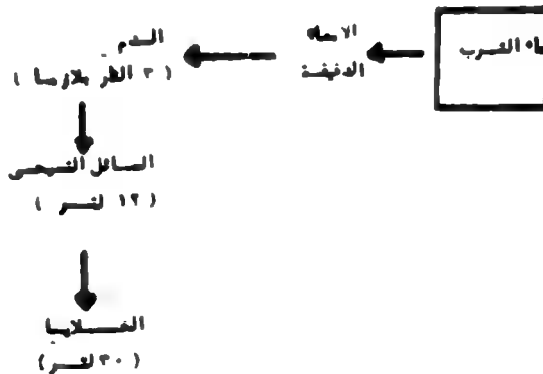
ان تخفيف الدم سيؤثر على مستقبلات التناضح في منطقة تحت المهاد فتقل كمية هورمون الجزء الخلفي للنخامية (هورمون الزرام) ان هذا الهورمون في الحالات الطبيعية يساعد على اعادة امتصاص الماء في النبيب القاصي . وكنتيجة لتقليل مستوى هورمون الزرام ، فان كمية اقل من الماء سيعاد امتصاص وستحدث ابالة (زيادة في حجم البول) . وهذه الزيادة في حجم البول ستستمر حتى يعاد ميزان الماء الى حالته الطبيعية .

سرعة اعادة الامتصاص النببي للماء :
(Rate of Tubular Reabsorption of Water)

ان سرعة الراشح الكببي ثابتة (هي ١٢٠ سم^٣ في الدقيقة وان اعادة الامتصاص النببي التي هي تحت تأثير مستوى طبيعي لهورمون الزرام هي ١١٩ سم^٣ في الدقيقة . ولذا فان ١ سم^٣ من البور في الدقيقة تذهب الى المثانة . في اعلا حدود الابالة ، فان مستوى الهورمون الزارم سيهبط تقريبا الى الصفر وسيهبط اعادة الامتصاص النببي الى ١٠٥ سم^٣ في الدقيقة (جدول ٤)

٧
 ولن يهبط الى مادون ١٠٥ سم^٣ في الدقيقة وذلك لان —
 ٨
 الماء يعاد امتصاصه في النبيب الداني واعادة الامتصاص هذه ليست تحت تأثير الهورمون الزارم

$$\frac{٧}{٨} \times ٢٠٠ \text{ سم}^3 / \text{دقيقة} = ١٠٥ \text{ سم}^3 / \text{دقيقة} \quad (٨)$$



شكل - ١٠٥ - ان الماء المأخوذ عن طريق الفم يمتص الى الدم في الامعاء الدقيقة . ومن ثم يقتسم بين القسام الماء في الجسم (الدم ، السائل النسيجي ، الخلايا) بالنسبة لمجموع حجمها .

جدول رقم ٤

سرعة الترشيع الكبيبي	اعادة الامتصاص النبيبي	البول في الدقيقة	البول في اليوم
يوم حار، تعرق، مستوى الهرمون الزارم عالي	١٢.٠سم/دقيقة ٢	١١٩سم/دقيقة ٢	١ سم ٢ ٣٧٥سم ٢
طبيعي	١٢.٠سم/دقيقة ٢	١١٩سم/دقيقة ٢	١ سم ٢ ١٥٠٠سم ٢
بدون زارم	١٢.٠سم/دقيقة ٢	١٠.٥سم/دقيقة ٢	١٥ سم ٢ ٢٢٥٠٠سم ٢

البوال التفه : (Diabetes Insipidus)

ان حالة البوال التفه هي الحالة التي تقصر فيها الغدة النخامية الخلفية عن انتاج الهرمون الزارم (Antidiuretic Hormone) .

ونتيجة لذلك فان كميات كبيرة من البول تنتج يوميا (قد تزيد على ٢٠ لترا) ويصبح الشخص شديد العطش

ويعود اطلاق (تفه Insipidus) الى الوقت الذي كانت فيه الطريقة الوحيدة لفحص البول تتم عن طريق تذوقه . وفي هذه الحالة يكون مخففا الى درجة يصبح معه عديم الطعم اى (Insipid) .

نقص الماء (Water Lack)

في يوم صيف حار عندما تفقد كميات كبيرة من الماء بواسطة العرق ، فان مستوى الهورمون الزارم يزداد وتزداد اعادة الامتصاص

٣
النبيبي الى ١١٩سم ٢ في الدقيقة ويقل مقدار البول الناتج الى ٤

١٢سم ٢ في الدقيقة وعندما يصبح البول مركز جدا ويساوي هذا الحجم الى ٣٧٥ سم ٢ في اليوم والذي هو ادنى واجب لابراز اليوريا والفضلات الاخرى

علاج الانكاز (Treatment of Dehydration)

اذا ما حدث نقص في الماء ادى الى الانكاز وقد تعالج الحالة باعطاء الماء عن طريق الفم واذا لم يكن ممكنا فانه يعطي محلولاً يحتوي على ٥٪ من الكلوكون والذي يعطي نفس الضغط التناضحي للدم ، بالزرق داخل الوريد او بادخال انبوب الى المعدة او المستقيم

واذا لم يكن هنالك نقص في الصوديوم فيجب عدم اعطاء محلول ملحي متساوي التوتر حيث ان ذلك سيزيد من تحميل الصوديوم في الجسم

الابالة التناضحية : (Osmotic Diuresis) :

اذا ما احتوى البول على كميات كبيرة من المواد الابرازية كالكلوكوز ، او كميات مفرطة من اليوريا فان الضغط التناضحي الذي تبديه هذه المواد ستمنع اعادة امتصاص الماء الطبيعية وسيزداد حجم البول . وهذا ما يطلق عليه بالابالة التناضحية . ان سترات البوتاسيوم مثال على المادة التي تعمل كمبيلة بهذه الطريقة .

والمبيلات الاخرى مثل المرساليل (Mersalyl) والكلوروثيازيد (Chlorothiazide) تعمل بتثبيط اعادة امتصاص الصوديوم والماء الذي سبق وان اعيد امتصاصه بصورة منفصلة مع هذا الصوديوم سيزر الان .

تخفيض الوزن بالحمية وفقدان الماء :

ان اي تغير مفاجيء في وزن الجسم يمكن احداثه فقط بتغيير كمية ماء الجسم

ومما تجدر ملاحظته هو انه على الرغم من ان ١٤ باونا من الوزن يمكن للشخص فقدها خلال بضع ساعات عن طريق التعرق الشديد في حمام تركي ، فانه يكون من الصعب لان يفقد الشخص مثل هذا الوزن بهذه الفترة القصيرة بالحمية .

لنتصور نظريا حالة شخص لايتناول اي طعام وانه يعيش فقط على دهن جسمه . فان كل غرام من الدهن يعطي ٩ سعرات كبيرة فاذا كانت المتطلبات اليومية هي ٢٧٠٠ سعة كبيرة فان هذه يمكن تجميها ب ٣٠٠ غم من الدهن ولذا فان الشخص سيفقد يوميا ٣٠٠ غراما او ١ ر ٢ كغم في الاسبوع . ان فقداننا في الوزن مقداره ٢ ر ٣ كغم يساوي ١/٤ باون في الاسبوع وعلى فرض عدم تناول اي شيء على الاطلاق . وعلى كل فان فقدان الشخص يوميا لوزن قليل من طريق الحمية ستسبب له بعد سنة فقداننا في الوزن لابس به .

فرط الاماهة : (Over-hydration) :

ان كميات كبيرة من الماء في الجسم تؤدي الى تغيرات عقلية والتي تشمل الغثيان (Nausea) والقهم (Anorexia) والقيء (Vomiting) واخيرا التخليط (Confusion) والجهول (Stupor) والنوبات الصرعية الشكل (Epileptiform Attacks) .

نقص الاماهة : (Under-hydration) :

ان نقص الاماهة او الانتكاز يؤدي الى العطش واخيرا الى التخلبط والسبات خصوصا عند كبار السن

ادامة توازن الشوارد

MAINTENANCE OF ELECTROLYTE BALANCE

بإبراز المواد غير العضوية الزائدة ، فان الكلية تديم ميزان شوارد الجسم . ان اغلب املاح الصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم في سوائل الجسم تتحلل كليا وتكون بشكل ايونات مشحونة . ولذا فان كلوريد الصوديوم يكون بشكل ايونات الصوديوم (Na^+) (اقل من ذرة الصوديوم باليكترون واحد) ، وايونات الكلوريد (Cl^-) (اكثر من ذرة الكلوريد باليكترون واحد) وان الصوديوم في سوائل الجسم يكون ناقصا لايون الصوديوم وليس الى عنصر الصوديوم .

ان الكوكوز واليوربا اللذان لايعتبران من الشوارد لايتأثران في المحلول

الجزيئات الملية في اللتر : (Millimoles per litre) :

ان الجسم بحاجة الى محيط داخلي ثابت . وفيما يخص الخلايا فانه يظهر ان تركيز كل شاردة في سوائل الجسم هي اكثر اهمية من مجموع الشوارد في الجسم . وبمعنى اخر فان الخلايا تحتاج الى المقدار الصحيح من الجزيئات لكل لتر من السائل وان تغيير التركيز بالمفترامات لكل لتر لايعطي اي دلالة على عدد الجزيئات الموجودة ، حيث ان بعض هذه الجزيئات هي اقل من الاخرى . ولحسم هذا الاختلاف فان التراكيز يعبر عنها بالمفترامات مقسومة على الوزن الجزيئي في الوحدات الناتجة بالجزيئي الملي في اللتر

ان الاوزان الجزيئية والاوزان الايونية هما مجموع الاوزان الذرية للدرات المكونة . وان الالكترن خفيف لدرجة انه لاداعي لحساب الزيادة او النقصان في الكترونات الايونات .

الاوزان الذرية

الميدروجين	١	الصوديوم	٢٣
الكاربون	١٢	الكلورين	٣٥.٥
النيتروجين	١٤	الكبريت	٣٢

٣٩	البوتاسيوم	١٦	الاوكسجين
٤٠	الكالسيوم	٢٤	المغنسيوم

المحلول الملحي متساوي التوتر (الفسلجي)

ويحضر هذا باذابة ٩. غم من كلوريد الصوديوم في كل ١٠٠ سم^٣ وزن
من الماء (٩٠.٩٪) — وهذا يساوي ٩٠٠٠٠ ملغم من كلوريد
حجم
الصوديوم في اللتر)

ان الوزن الذري للصوديوم هو ٢٣ ، وللكلورين هو ٣٥.٥ لذا فان
الوزن الجزيئي لكلوريد الصوديوم هو $٥٨.٥ = ٣٥.٥ + ٢٣$

وان تركيز كلوريد الصوديوم في المحلول الملحي المتساوي التوتر
٩٠٠٠٠
لذلك يكون — جزئي في كل لتر ويساوي ١٥٤ جزئي مليء في
٥٨.٥

التر

وهذا يحتوي على ١٥٤ جزئي مليء في اللتر من ايونات الصوديوم
١٥٤ جزئي ملي في اللتر من ايونات الكلوريد

المكافئات الملية في اللتر : (Milliequivalents per litre)

ان تركيز ايون ما مقدارا بالاوزان الجزيئية الملية اذا ما ضرب
بتكافؤ الايون فان ناتج التركيز يعبر عنه بالمكافئات الملية في اللتر
ولحسن الحظ فان اغلب الايونات المتواجدة في السوائل الجسمية
ايونات الهيدروجين وايونات الصوديوم وايونات البوتاسيوم وايونات
الكلوريد وايونات البيكاربونات تكافؤها يساوي واحدا ونتيجة لذلك
فان القيمة العددية لتركيزها بالجزيئات الملية تكون مساوية لتركيزها
بالمكافئات الملية (التكافؤ هو عدد علامات ال (- او +) الظاهرة على
الايون)

وعليه فان المحلول الملحي المتساوي التوتر يحتوي

١٥٤ مكافئا مليا في اللتر من ايونات الصوديوم (Na^-)

١٥٤ مكافئا مليا في اللتر من ايونات الكلورايد (Cl^-)

وعلى كل فان ايونات المغنسيوم (Mg^{2+}) والكالسيوم (Ca^{2+})

تكافؤها يساوي (٢)

وعليه فإن ٢٤ ملغم في اللتر من ايون المغنيسيوم (Mg^{2+}) تكون مساوية الى جزئتي ملي واحد ولكنها تساوي مكافئين مليون اثنين في لتر واحد من ايون (Mg^{2+}) .

ان وحدات المكافئات الملية في اللتر قد ترك استعمالها حاليا حيث اقترح الاقتصار على استعمال وحدات الجزيئات الملية عندما اصطلح على استعمال الوحدات القياسية العالمية في الماضي القريب

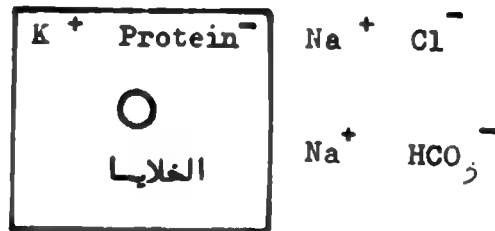
السائل خارج الخلايا : (Extracellular Fluid)

ان الايونات الرئيسة الموجودة خارج الخلايا هي ايونات الصوديوم (Na^{+}) ذات الشحنة الموجبة وايونات الكلورايد (Cl^{-}) وايونات البايكربونات (HCO_3^{-}) ذات الشحنة السالبة (شكل ١٠٦)

وتختلف البلازما عن غيرها من السوائل الجسمية فالسائل النسيجي يحتوي على البروتين (بروتينات البلازما) والتي تكون ايوناتها عند ب. هـ ٧.٤ سالبة الشحنة ولذا فان الصوديوم يكون الايون الرئيس ذا الشحنة الموجبة في البلازما مع الايونات السالبة الكلورايد والبايكربونات والبروتين

فاذا ما عبر عن كميات هذه الايونات بالجزيئات الملية في اللتر ، فان المساواة بين عدد الايونات الموجبة الشحنة والايونات السالبة الشحنة يمكن تمثيلها بيانيا بالشكل (١٠٧)

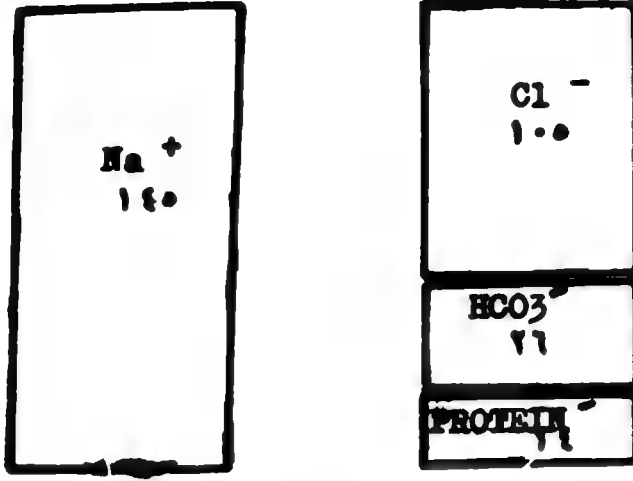
فتركيز ايون الصوديوم (Na^{+}) هو ١٤٥ مكافئ ملي في اللتر



السائل خارج الخلية

الملاح الصوديوم في السائل خارج الخلية
 املاح البوتاسيوم في السائل داخل الخلية

شكل ١٠٦- الايونات الرئيسة الموجودة في السوائل داخل الخلية وخارجها .



المكافآت الملية بالسكر

شكل -١٠٧- تركيز الايونات في البلازما . اذا ما عبر عن هذه التراكيز بالمكافآت الملية في اللتر ، فإن مجموع تركيز الايونات سيكون مساويا لمجموع تركيز الايونات السالبة . ($140 = 100 + 26 + 14$) .

بينما تركيز الكلورايد هو (Cl^-) هو ١٠٥ مكافئ ملي في اللتر والبايكربونات (HCO_3^-) ٢٦ مكافئ ملي في اللتر ، والبروتين (Pr^-) ١٤ مكافئ ملي في اللتر وعليه فان $140 = 100 + 26 + 14$

السائل داخل الخلايا : (Intracellular Fluid)

ان الايونات الرئيسة ذات الشحنة الموجبة الموجودة داخل الخلايا هي البوتاسيوم والمغنيسيوم . بينما الايونات ذات الشحنة السالبة هي البروتين والفوسفات والكبريتات . وان تركيز البوتاسيوم في الخلايا يكون مشابها لتركيز الصوديوم في السائل خارج الخلايا ، اي ١٥٠ مكافئ ملي في اللتر

ويجب الملاحظة بانه على الرغم من ان الصوديوم والبوتاسيوم لهما خواص كيميائية متشابهة ، فانهما في الجسم مادتان مختلفتان جدا ولا يمكن مبادلة الواحد بالآخر اطلاقا

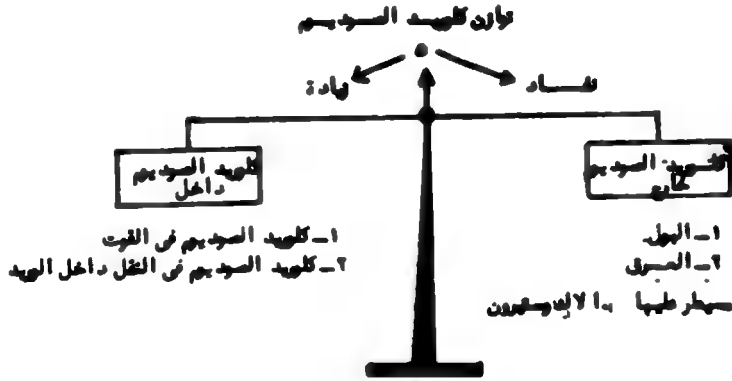
الصوديوم

SODIUM

ان الملح الرئيس للصوديوم الموجود في الجسم هو كلوريد الصوديوم وهذه هي المادة غير العضوية الوحيدة التي تؤكل كما هي في الطعام (الملح الاعتيادي) وكل متطلبات الجسم من المواد غير العضوية الاخرى تجهز عن طريق وجودها في الطعام المأكل

توازن الصوديوم : (Sodium Balance)

تداوم الموازنة بين كلوريد الصوديوم المستحصل يوميا وبين كلوريد الصوديوم المفقود (شكل ١٠٨) . فيستحصل الجسم كلوريد الصوديوم عن طريق نقل المحلول الملحي المتساوي التوتر داخل الوريد . ويفقد الجسم كلوريد الصوديوم عن طريق البول والعرق .



شكل ١٠٨- العوامل المنظمة للتوازن الملحي للجسم .

وفي الظروف الطبيعية ، فإن كميات كلوريد الصوديوم المأخوذة هي اكثر من تلك التي يفقدها عن طريق العرق او الزائدة منه فيبرز في البول وتداول الكليتان كميات هائلة من كلوريد الصوديوم . فإن الترشيح الكببي في اليوم لـ ١٧٠ لترا من الماء الذي يحتوي على ٠.٩٪ من كلوريد الصوديوم يعني ترشيح ١٥٠٠ غراما من كلوريد الصوديوم . فاذا كان الخارج منه ١٥ غراما ، فإن ١٤٨٥ غراما يعاد امتصاصها يوميا

تنظيم اعادة امتصاص الصوديوم

: (Regulation of Sodium Reabsorption)

ان ادامة موازنة الصوديوم تكون تحت تأثير الهرمون الدوستيرون (Aldosterone) من قشرة الكظر فيزيد الالدوستيرون من اعادة امتصاص الصوديوم بواسطة نيبات الكلية ويقلل من محتوى الصوديوم في العرق .

ان اي نقص في الصوديوم يؤدي الى زيادة الالدوستيرون الدائر والذي سيؤدي بدوره الى احتباس الصوديوم في الكليتين وان آلية السيطرة على زيادة تحرير الالدوستيرون غير مفهومة تماما ولكنها قد تكون من المحتمل نتيجة لزيادة انتاج الرنين بواسطة الكلية والذي يتبعه تكوين الانكيوتنسين ويحفز الانكيوتنسين تحرير الالدوستيرون من قشرة الكظر

وفي حالات حرمان الصوديوم الشديد فان كلوريد الصوديوم قد يختفي كلية من البول حيث ان جميعه يعاد امتصاصه
نقص الصوديوم : (Hyponatraemia) :

اذا ما تم شرب كميات كبيرة من الماء ، فان الصوديوم في الجسم سيتخفف وسيؤدي هذا الى نقص الصوديوم . وبما ان المهم هو تركيز الشوارد في الماء وليس مجموع الشوارد في الجسم ، فان اي زيادة في ماء الجسم ستقلل من تركيز الصوديوم والبوتاسيوم

ان اثار شرب الماء الكثير يؤدي الى حالة تسمى تسمم الماء والتي تؤدي الى خرب الخلية والام الراس والقيء والمصع المؤلم

ان حقيقة نقص الصوديوم يؤدي الى المصع العضلي المؤلم
(Painful Muscle Cramps)

كان اول من اظهرها هالدين (Haldane) عند وفادي الالات البخارية حيث سميت الحالة بمصع الوقادين (Stoker's Cramp) . فالوقادون يشتغلون في محيط حار جدا ويتعرقون بفزارة وان نقص الصوديوم هو نتيجة لهذا التعرق الشديد ، وكلوريد الصوديوم هو الذي يفقد عن طريق العرق والماء وحده هو الذي يعوض بالشرب فقط . يعالج المصع العضلي المؤلم بتناول حبوب الملح والماء
زيادة الصوديوم :

ان زيادة الصوديوم تسمى (فرط الصوديوم) (Hypernatraemia) والتي يصاحبها عدم كفاية الماء لتوافق الصوديوم في الجسم وانارها

هو العطش وجفاف الأغشية المخاطية والحمى والاستثارية العصبية (Nervous Irritability) • ويصبح الجلد ذبلا ويؤدي الإنكاز الى صدمة الدورة الدموية وتقص في حجم البول

البوتاسيوم

POTASSIUM

ان البوتاسيوم هو الايون الرئيس ذو الشحنة الموجبة في الخلايا (١٥٠ مكافئ ملي في اللتر) •

ان كمية البوتاسيوم في البلازما قليلة جدا اذ ان مستواه هو ٥ مكافئات ملية في اللتر وهذا يمثل البوتاسيوم المنتقل من السبيل الهضمي الى الخلايا حيث يخزن وعلى الرغم من ان مستوى هذه الخمسة مكافئات ملية في اللتر قليلة جدا ، فان لادامتها اهمية كبيرة . وان البقاء على قيد الحياة يكون ممكنا فقط اذا ما اديم المستوى بين ٣ و ٨ مكافئات ملية في اللتر

اعادة امتصاص البوتاسيوم (Reabsorption of Potasium) :

ان الزائد من البوتاسيوم يبرز في البول واليته معقدة ، اذ من المحتمل ان جميع البوتاسيوم في الراشح الكببي يعاد امتصاصه في النبيبات الدانية وان بعضا من البوتاسيوم يفرز في البول في الجزء القاصي من النبيبات •

ان آلية افراز البوتاسيوم يظهر انها تشترك مع آلية افراز ايونات الهيدروجين من الاحماض الزائدة فاذا ما كان البوتاسيوم المراد افرازه عاليا ، فانه سيسبب منع ابعاد الاحماض الزائدة من الجسم، وستحتبس هذه الاحماض . وهذا الجمع بين زيادة البوتاسيوم وزيادة الاحماض في الدم يطلق عليه فرط حمض الدم البوتاسيمي الايضى (Hyperkalaemic Metabolic Acidosis) •

واذا كان بوتاسيوم الدم واطنا ، فان الكمية المفرزة منه في الراشح ستكون قليلة جدا وبدلا من ذلك سيزداد افراز الاحماض بواسطة النبيبات الكلية في البول •

وان حرمان الحمض في الجسم الذي يصاحبه نقص في البوتاسيوم يسمى نقص قلاء الدم البوتاسيمي الايضى (Hypokalaemic Metabolic Alkalosis)

نقص البوتاسيوم (Potassium Lack) :

ان نقص البوتاسيوم قد يكون بسبب كثرة استعمال المبيلات او من كثرة التقيء او من كثرة استعمال الملينات (Laxatives) . واثاره معقدة وهي تشمل الضعف العضلي ، التعب ، التمدد المعدي ، والبوال (Polyurit) والشلل .

وخلافا لابونات الصوديوم التي يعاد امتصاصها كلية عندما يكون مستوى الصوديوم في البلازما واطنا ، فان ايونات البوتاسيوم لا تختفي من البول عندما يكون مستواها في البلازما واطنا . ونتيجة لذلك فان فقدان البوتاسيوم سيستمر وتردى حالة المريض حتى يزداد مقدار البوتاسيوم المأخوذ .

ان البوتاسيوم الواطىء في البلازما تجعل الشخص حساسا للديجيتال بافراط .

المبيلات

DIURETICS

ان سائل الخبز اساسا ، هو محلول متساوي التوتر لكلوريد الصوديوم . وان احدى طرق مقاومة الخبز هو اعطاء المبيلات للمريض . ان هذه المواد تقلل من اعادة امتصاص الصوديوم (وبالتالي الماء) بواسطة الكلية وبذلك تزيد من فقد الصوديوم والماء في البول .
الرسائل (Messaly) :

وهو مركب عضوي للزئبق يعطى بشكل حقن في العضلة . وهو يؤثر على النبيب الملفوف الداني حيث يقلل من قابليته في اعادة امتصاص الصوديوم والماء .

البنزوثيراديازين (Benzothiadiazine)

مبيلات (وتشمل الكلوروثيازيد (Chlorothiazide) والهيدروكلوروثيازيد (Hydrochlorothiazide) تعمل بطريقة مشابهة ولكنها افضل لكونها تعطى عن طريق الفم . وحيث ان كمية اقل من الصوديوم يعاد امتصاصها في النبيب الداني ، فان تركيز الصوديوم في النبيب القاصي سيكون اعلى . وهذا ما يساعد على ابراز البوتاسيوم بدلا من قسم من هذا الصوديوم ، في النبيب القاصي ويؤدي الى حرمان البوتاسيوم الا اذا اخذت عن طريق الفم كمية اضافية من البوتاسيوم .

السيبراولاكتون (Spirolactone) :

وهو مبيلى يعمل بمضادة الالدوستيرون ولذا فانه يقلل من اعادة

امتصاص الصوديوم في النبيب القاصى ويزيد من فقدان الصوديوم ، وقللا .
من فقدان البوتاسيوم .

ومن المبيلات الاخرى التسرائى اميتريسن (Triametrine))
والتي تمنع من تبادل البوتاسيوم محل الصوديوم في النبيب القاصى .

ادامة ب.ه الدم

Maintenance of Byood PH

على الرغم من كون البول المتكون بواسطة الترشيح الكببى قلويا
(ب . ه = ٧.٤) ، فان البول الذي يصل الى نبيبات التجميع يكون
حامضا . وذلك لاضافة ايونات الهيدروجين الى الراشح بعملية الافراز
اثناء مروره في النبيب .

وفي قوت يحتوي على كمية كافية من البروتين ، يكون هناك تكونا
مستمر لحمض الكبريتيك وذلك لان الحمضيين الاميينيين السيستيين
(Cysteine) والميثايونين (Methionine) يحتويان على الكبريت اضافة
الى الكربون والهيدروجين والنايتروجين والاكسجين ويتأكسد هذا
الكبريت في الجسم الى حمض الكبريتيك .

ويدرى حمض الكبريتيك مؤقنا في البلازما بواسطة بايكربونات
الصوديوم ، ويحفر التنفس لادامة ب.ه الدم في مستواه الصحيح عند
٧.٤ ولكن التصحيح النهائي يحدث في الكلية حيث يبرز حمض
الكبريتيك .

ويبرز حمض الكبريتيك بشكل دارىء . وتفرز ايونات الهيدروجين
والكبريتات المصاحبة لحمض الكبريتيك بواسطة خلايا الكلية النبية الى
الراشح وتبادل ايونات الهيدروجين محل ايونات الصوديوم وتحول
فوسفات الداىصوديوم هيدروجين (Disodium Hydrogen Phosphate)
الى فوسفات الصوديوم داىهيدروجين وتكون ايونات الصوديوم
والكبريتات كبريتات الصوديوم .

فوسفات الداىصوديوم هيدروجين + حمض الكبريتيك ←

فوسفات الصوديوم داىهيدروجين + كبريتات الصوديوم

وبذلك فان حمض الكبريتيك يبرز على شكل كبريتات الصوديوم
وفوسفات الصوديوم داىهيدروجين .

ان ب. هـ محلول فوسفات الصوديوم دايهيدروجين هو ٥ر ، بينما
ب. هـ محلول فوسفات الدايسوديوم هيدروجين هو ٨ر٥ . وعند وجود
الاثنين سوية فان ال ب. هـ عندئذ يقع بين ذلك الحدين (شكل ١٠٩)
وهما يكونان نظاما دارئا يسمح فيه بابرار الاحماض دون ان يتغير ب. هـ
البول تحت ٥ر (شكل ١٠٩)

ويبرز حمض الكبريتيك كذلك على شكل كبريتات الامونيوم اذ
تتكون الامونيا من الحمض الاميني كلوتامين (Glutamine) بواسطة
خلايا نبيب الكلية .

وعلى الرغم من ان البول قد يكون له اي ب. هـ بين ٥ر و ٨ر٥
فانه في خليط قوتي طبيعي يكون ب. هـ البول في حدود ٣ر٥-٧

البول القلوي (Alkaline Urine)

عند الاعتماد على قوت نباتي ، فان العمليات الايضية قد تؤدي الى
زيادة القلويات في الجسم بدلا من زيادة الحمض (انظر السترات اسفل)
وفي مثل هذه الحالة تفرز نيبات الكلية ايونات الهيدروكسيل بدلا من
ايونات الهيدروجين في الراشح مسببة بذلك تكون البول القلوي
وستتحول فوسفات الدايهيدروجين صوديوم الى فوسفات الدايسوديوم
هيدروجين وان القلويات الزائدة ستبرز بهذا الشكل وعلى شكل
بيكاربونات الصوديوم .

تلاشي الايونات :

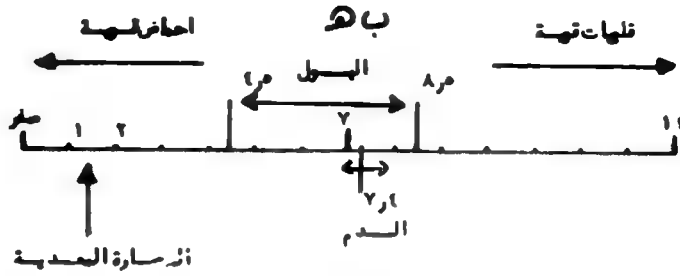
على الرغم من ان الكليتين هما طريق الابراز للاملاح غير العضوية
الزائدة المأخوذة بواسطة الفم ، فان قسما من الايونات المأكولة يظهر انها
تتلاشى دون ان تظهر في البول .

عند تناول سترات الصوديوم (Sodium Citrate)
او ترترات الصوديوم (Sodium Tartarate) (الموجودة في الفواكه

الحمضية) ، فان ايونات السترات والترترات تتحول بعملية الايض الى
البيكاربونات وثاني اوكسيد الكربون والماء وتكون ببيكاربونات
الصوديوم . اما ثاني اوكسيد الكربون فانه يطرح خارجا في هواء الزفير

ان تناول سترات الصوديوم وترترات الصوديوم يكون مساويا لاخت
بيكاربونات الصوديوم وهو يؤدي الى القلاء (Alkalosis)

ان ايونات اللاكتات (Lactate Ions) تتحول ايضا الى
البيكاربونات بالايض وسترات الصوديوم هي اكثر مقاومة للحرارة ،
ولذا فانه يكون من الاسهل تعقيمها من ببيكاربونات الصوديوم والتي تميل



شكل - ١٠٩ - بابر از فائض الاحماض او فائض القلويات فان الكلية تديم ب.ه الدم في ٧.٤ . فيعزى البول وهذا ما يمكن من ابراز الاحماض والقلويات في مجال ب.ه بولي محدد بين ٨.٥ الى ٤.٥ .

الى اعطاء ثاني اوكسيد الكربون والتحول الى كاربونات الصوديوم - سودا الفسيل - الشديدة القلوية

ولهذا السبب فان لاكتات الصوديوم غالبا ما تستعمل بدلا من بيكاربونات الصوديوم في سوائل التسريب .

ان ايون الامونيوم مثال على الايون ذو الشحنة الموجبة الذي يستطيع التلاشي اذ هو يتحول الى اليوريا في الجسم ويبرز مركب اليوريا المتعادل غير المتأين هذا في البول . ولذا فان تناول كلوريد الامونيوم يؤدي الى الحمض كنتيجة لتحويله الى اليوريا وحمض الهيدروكلوريك .

تسريب المحلول الملحي (Saline Infusion) :

مما تجب ملاحظته هو ان المحلول الملحي المتساوي التوتر له ب.ه .ه ويكون نسبيا حامضا مقارنة ب.ه الدم ٧.٤ . واذا ما اخذت كميات كبيرة من السائل داخل الوريد ، فانه يجب ابدال قسم من كلوريد الصوديوم ببيكاربونات الصوديوم القلوية (او لاكتات الصوديوم التي تتحول الى بيكاربونات الصوديوم في الجسم) .

اختلال التوازن الحمضي القلوي (Derangements of Acid-Base Balance)

التنفس والكلية في حموضة وقلوية الدم :

يشمل الفحص المفصل لحالة حموضة الدم او قلويته تعيين كمية ثاني اوكسيد الكربون المذابة في البلازما وكذلك تعيين مستوى البيكاربونات فيها . والقيم الطبيعية هي : ثاني اوكسيد الكربون في المحلول ٣ سم ٣ في

كل ١٠٠ سم ٣ من الدم (اي ١٠٣ مكافئ ملي في اللتر) والبيكربونات ٢٦ مكافئ ملي في اللتر (والذي سيحمل ٦٠ سم ٣ من ثاني اوكسيد الكربون في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم) .

واذا كانت كمية ثاني اوكسيد الكربون المحملة في البلازما على شكل بيكربونات الصوديوم هي عشرين مرة ثاني اوكسيد الكربون المذابة فسيكون ب. ه البلازما في المستوى الصحيح لـ ٧٤

ويمثل هذا تخطيطيا (شكل ١١٠) فهناك ميزان احد ذراعيه عشرين مرة اطول من الاخرى فاذا اعتبرنا ثاني اوكسيد الكربون الذي على شكل البيكربونات متصلا بالذراع القصير ، وان ثاني اوكسيد الكربون المذاب متصلا بالذراع الطويلة فان كمية ثاني اوكسيد الكربون المذابة يجب تكبيرها ٢٠ مرة حتى يحصل توازن الكفتين وسيؤشر مؤشر الميزان على ٧٤

ان مثل هذا التوازن يمكن ان يضطرب بطريقتين . فقد تصبح احدى الكفتين اخف او ان تصبح الكفة الاخرى اثقل ان التغيرات التي تحدث اساسا بسبب تغيرات تركيز البيكربونات يطلق عليها ايفية .

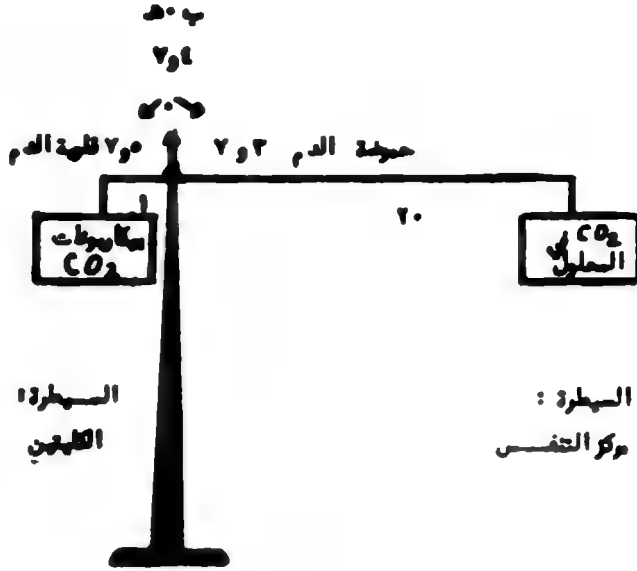
والتغيرات التي تحدث اساسا بسبب تغيرات في ثاني اوكسيد الكربون المذاب تسمى تنفسية .

تعيين بيكربونات الصوديوم في البلازما بواسطة القوت وبواسطة تكوين او ابراز بيكربونات الصوديوم بواسطة الكليتين . ان البيكربونات القياسية هي الكمية المقاسة تحت ظروف قياسية لتوترات الفشار $PCO_2 = 40$ ملم زئبق و $PO_2 = 100$ ملم زئبق

وعين ثاني اوكسيد الكربون المذاب بنسبة ثاني اوكسيد الكربون في الهواء السخفي وهذا يعين بواسطة التنفس .
هبوط ال ب. ه :

اذا ما انحرف المؤشر (شكل ١١٠) الى اليمين ، فان هذا يمثل هبوطا في ال ب. ه اي حموضة الدم (او الحامض) . ومثل هذا التغير يمكن ان يحدث اما بسبب نقص في مستوى بيكربونات الصوديوم (حموضة الدم الايفية) او بزيادة ثاني اوكسيد الكربون المذاب (حموضة الدم التنفسية)

تحدث حموضة الدم الايفية عند دخول الاحماض الى الدم . وقد تكون هذه الاحماض مثل حمض الكبريتيك وحمض الفوسفوريك من المشروبات الغازية او الحمض الايضي مثل حمض اللاكتيك اثناء التمرين . او حمض الاسيتواستيك في البول السكري غير المعالج .



شكل ١١٠- اذا كان ثاني اوكسيد الكربون المحمول في الدم
 ميكربونات ٢٠ مرة اكثر من ثاني اوكسيد الكربون في
 المحلول فان ب. هـ الدم سيكون ٧.٤٠ . ويمكن تمثيل هذا
 تخطيطيا بميزان احدى ذراعيه عشرين مرة اطول من
 الاخرى . فاذا اضطرب الميزان نتيجة تغير في مستوى
 البيكربونات فان حموضة الدم او قلويته الناتجة يطلق
 عليها ايفية . واذا ما اضطرب الميزان نتيجة تغير في ثاني
 اوكسيد الكربون في المحلول فان حموضة الدم او قلويته
 الناتجة يطلق عليها تنفسية . ان الزيادة في ب . هـ الدم
 تسمى قلوية الدم والنقصان في ب . هـ الدم يسمى
 حموضة الدم .

ان حموضة الدم ، اي هبوط ال ب هـ في الدم تنبيه التنفس عن
 طريق مركز التنفس وهذا التنبيه التنفسي سيؤدي الى خفض ثاني
 اوكسيد الكربون المذاب وفي حموضة الدم الايفية فان المراحل الاولى
 تكون انخفاض البيكربونات ولكن نتيجة حموضة الدم ستنبه مركز
 التنفس مسببة انخفاض ثاني اوكسيد الكربون المذاب . ويحدث توازن
 جديد مع انخفاض بسيط فقط في ال ب هـ عن قيمته الطبيعية ٧.٤٠
 ولكن بانخفاض البيكربونات وثاني اوكسيد الكربون المذاب سوية وتسمى
 هذه بحموضة الدم الموضوعة (Compensated Acidaemia) .

ويمكن اكتشافها بتقدير مستوى البيكربونات في البلازما حيث يكون واطناً . وتكون نتيجة الاحماض الزائدة ابرازها عن طريق الادرار .

ان زيادة ثاني اوكسيد الكربون المذاب تحدث في نقص التهوية عندما يستبقى ثاني اوكسيد الكربون في الجسم . ويمكن احداث ذلك تجريبيا بتنفس خليط غازي يحتوي على نسبة عالية من ثاني اوكسيد الكربون . واعتباريا فان هواء الغرفة لا يحتوي على ثاني اوكسيد الكربون . وان تنفس ٥٪ ثاني اوكسيد الكربون او ٧٪ منه في خليط هوائي سيؤدي الى حموضة الدم التنفسية .

ارتفاع ال ب. ه :

اذا ما انحرف المؤشر نحو اليسار وارتفع ال ب. ه فانه يطلق على هذه الحالة بقلوية الدم (Alkalaemia) . وقد يكون سبب ذلك زيادة البيكربونات في البلازما ، او لانخفاض مستوى ثاني اوكسيد الكربون المذاب في البلازما .

ان زيادة بيكربونات الصوديوم في البلازما يتبع تناول بيكربونات الصوديوم او سترات او ترترات الصوديوم ، حيث تحول الى بيكربونات الصوديوم بالايض . وتحدث الزيادة ايضا عند القيء عندما تفقد العصارة المعدية . اذ ان حمض الهيدروكلوريك في العصارة يتكون في المعدة بتحويل كلوريد الصوديوم الى حمض الهيدروكلوريك وبيكربونات الصوديوم . وفي الحالات الطبيعية فان حمض الهيدروكلوريك المفرز في المعدة يعادل بواسطة بيكربونات الصوديوم المفرزة في عصارة البنكرياس ، وعليه فان السوائل الداخلة الى الصائم (Jejunum) تكون متعادلة . واذا ما فقدت العصارة المعدية ، فان هذا سيمثل فقداناً لحمض الهيدروكلوريك وستكون في الجسم بعد ذلك زيادة في بيكربونات الصوديوم .

وينخفض غاز ثاني اوكسيد الكربون المذاب عندما تهبط نسبة ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين . ولن يستطيع خليط غازي ان يسبب هذا ، حيث ان هواء الغرفة لا يحتوي على ثاني اوكسيد الكربون وان اي خليط غازي لا يحتوي على اقل من هذه الكمية . وان ثاني اوكسيد الكربون في الرئتين ينخفض في فرط التنفس وهذا يؤدي الى قلوية الدم .

وتهبط فعالية مركز التنفس في حالة قلوية الدم ونتيجة لذلك فان ثاني اوكسيد الكربون يبقى في الدم ويزداد ثاني اوكسيد الكربون المذاب ويحصل توازن جديد بزيادة البيكربونات وثاني اوكسيد الكربون معا . ويصاحب هذا زيادة في مستوى البيكربونات .

ان زيادة قلوية الدم بسبب زيادة البيكربونات يطلق عليها قلوية الدم

الايضية . بينما يطلق على تلك الزيادة التي بسبب انخفاض ثاني اوكسيد الكربون المذاب بقلوية الدم التنفسية . وفي كلتا حالتى حموضة الدم وقلوية الدم فان التصحيح الانى يكون تنفسيا ، اما التصحيح البعيد المدى فيكونا كلويا .

اعادة الامتصاص النيبى للكلوكوز

TUPULAR REABSORPTION OF GLUCOSE

ان مستوى كلوكوز الدم في الحالات الطبيعية هو ٦٠-١٠٠ ملغم في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم . ويحتوي الراشح الكبيبي نفس التركيب . وفي مثل تركيز الكلوكوز هذا فان خلايا النيب تكون قادرة على تحويل الكلوكوز الى الدم بالنقل الفاعل ، ولن تمر اية كمية من الدم الى المثانة .

ولكن خلايا النيب تكون محددة في كمية الكلوكوز التي تستطيع نقلها الى الدم في وقت معين (الحد النيبى الاقصى للكلوكوز) .

وعندما يزداد مستوى كلوكوز الدم عن ١٨٠ ملغم من الكلوكوز في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم ، فان خلايا النيب لن تستطيع اعادة امتصاص جميع الكلوكوز . ولذا فان بعض الكلوكوز يصل الى المثانة وتنتج حالة بيلة كلوكوزية (Glycosuria) .

اختبارات البول للكلوكوز (Urine Test for Glucose) :

الكلوكوز عامل مختزل يحول املاح النحاس الزرقاء (النحاسيك) الى مركبات النحاسوز الحمراء والاختبار القياسى للكلوكوز يكون باضافة ٨ قطرات من البول الى ٥ سم^٣ من كاشف بنديكت النومي (Benedict's Qualitative) للسكر ومن ثم يغلى بشدة لمدة ثلاث دقائق ، فان تكون راسبا اخضر او اصفر او احمر يدل على وجود الكلوكوز .

وفي طريقة القرص الكاشف ، فان خمسة قطرات من البول وعشر قطرات من الماء توضعان في انبوبة يضاف اليهما القرص . وان تفاعل القرص مع الماء يكون حرارة كافية لاحداث الفليان . ان تغير اللون يقارن مع لوحة اختبار . ان كلا هذين الاختبارين يعطى نتائج موجبة زائفة مع سكر الحليب (اللاكثوز) .

وفي طريقة الشريط الكاشف ، فان الشريط يغمس في البول وعند وجود الكلوكوز فانه يتكون اللون بتاثير خميري وهذا الفحص خاص بالكلوكوز ولا يعطى سكر الحليب نتيجة موجبة معه .

التصفية CLEARANCE

التصفية مفهوم فرضي والذي يكون ذو فائدة عند النظر في وظيفة الكلية . ولشرحه فطينا ان ننظر في ابراز مادة في البول كاليوريا .

فلو فرضنا بان ٣٠ غم من اليوريا تبرز يوميا ، فان متوسط ابراز اليوريا في كل دقيقة يكون ٢٠ ملغم .

ان مستوى يوريا الدم في الاحوال الطبيعية هو ٣٠ ملغم من اليوريا في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم . اي اننا نجد ٢٠ ملغم من اليوريا في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم .

٢٠

وعليه فان ٢٠ ملغم من اليوريا سنجدتها في $\frac{100}{20}$ ويساوي

٦٦ سم ٣ من الدم .

وبدلا من ان نعتبر في ان جميع دم الجسم يفقد ٢٠ ملغم من اليوريا في الدقيقة ، فاننا نستطيع القول بان هذه تساوي الى ٦٦ سم ٣ من الدم والتي تمت تصفيتها من اليوريا . واما الباقي فلم يحدث فيه اي تغير . وان الرقم ٦٦ هذا سيكون تصفية اليوريا (Urea Clearance) .

ان تصفية اليوريا تختلف قليلا مع جريان البول . وهي تكون حوالي ٥٤ سم ٣ في الدقيقة عندما يكون الجريان ١ سم ٣ بالدقيقة . ويزداد الى اقصى تصفية هو ٧٥ سم ٣ في الدقيقة خلال الابالة عندما يكون الجريان اكثر من ٢ سم ٣ في الدقيقة .

وعلى ذلك فان التصفية تعرف بانها حجم الدم الذي يحتوي على كمية المادة التي تبرز في البول في الدقيقة .

ويظهر هذا عقيما للوهلة الاولى وانه مفهوم مربك ، ولكنه يمكن من تعيين جريان دم الكلية وسرعة الترشيح الكببي في الانسان .

يعنى الدم بصورة كاملة من بعض المواد عند جريانه خلال الكلية . وبمعد زرق مادة مثل حمض البارامينوهيبوريك (Para-aminohippuric Acid) فانها تترشح في الكلية وتفرز في النبيبات ، ولذلك فان الدم عند وصوله الى الاوردة الكلوية يكون قد صفي تماما من حمض البارامينوهيبوريك . ويمكن حساب تصفية مثل هذه المادة كالباق من مستوى تركيز الدم ومن الكمية المبرزة في البول في الدقيقة . فتعطى التصفية جريان الدم في الكليتين ، حيث ان هذا

الحجم من الدم قد مر فعلا من خلال الكليتين وصفي تماما من المادة .
ان تصفية حمض البارامينوهيبوريك من الدم هو ١٢٠٠ سم ٣ في الدقيقة وتعين تصفية حمض البارامينوهيبوريك هذا جريان الدم الكلوي .

ان تصفية حمض البارامينوهيبوريك يكون تاما فقط اذا ما كان تركيز الدم واطنا . ولكن التركيز الواطيء يجعل التحليل الكيميائي صعبا . وللتغلب على هذه الصعوبة فانه يستعمل مشتق لحمض البارامينوهيبوريك هو الهيبوران (Hippuran) والذي يحتوي على اليود المشع . وتعين تركيز هذه المادة في البول وفي الدم وذلك بفعاليتها الاشعاعية . وهذه القاعدة تسمح باستعمال جرعة صغيرة جدا من هذه المادة

ان تصفية مادة كالاينولين (Inulin) مثلا والتي تترشح ولكنه لا يعاد امتصاصها ولا تفرز في النبيبات . ستعطي كمية البلازما المترشحة في الدقيقة . وتصفية الاينولين من البلازما هو ١٢٠ سم ٣ في الدقيقة وهذا هو تعيين سرعة الراشح الكببي

ويستعمل تصفية الكريتينين (Creatinine) سريريا لامطاء دلالة تقريبية لسرعة الراشح الكببي . ولوجود الكريتينين في الدم فهي بذلك تمتاز عن الاينولين . وفي الرجل فانه يحدث بعض الافراز النبيبي ولذلك فغالبا ما يحصل على نتائج عالية جدا .

ويتبع ذلك بان اية مادة تصفيتها اعلى من تصفية الاينولين (كالبنسلين مثلا) يجب ان تفرز بواسطة نبيبات الكلية الى البول اضافة لترشيحها بواسطة النبيبات . بينما اية مادة تصفيتها اقل من الاينولين يجب ان يعاد امتصاصها الى حد ما بواسطة نبيبات الكلية . وعليه فبما ان تصفية اليوريا هي اقل من تصفية الاينولين . فانها يعاد امتصاصها الى حد قليل على الرغم من كونها ناتج فضلة .

قصور الكلية

KIDNEY FAILURE

اذا ما قصرت الكلية لانتاج حجما كافيا من البول . فان منتجات الابيض وزائد الاملاح غير العضوية والماء تبقى في الجسم . ولذا فيجب ان يحدد الماخوذ من الاملاح غير العضوية الى ما يفقد في التعرق وفي الفاائط . ويستخدم لذلك قوت من الكاربوهيدرات والدهن . ويجب تخفيض

كمية البروتين الى اقل حد ممكن ، وذلك لمنع حموضة الدم بسبب تجمع حمض الكبريتيك في الجسم كنتيجة لتحطم زائد الاحماض الامينية الحاوية على الكبريت والميثايونين والسستيين ولتجمع اليوريا من تحطم زائد الاحماض الامينية .

ان مستوى يوريا الدم يراقب عادة وهو يرتفع في حالة القصور الكلوي من المستوى الطبيعي الذي هو ٣٠ ملغراما من اليوريا في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم الى ١٥٠ ملغراما في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم او اعلى . واية تغيرات في التوازن الحمضي القلوي كما يبين ب. ب. هـ الدم ومستوى البيكاربونات يجب تصحيحها حالا

ولا تظهر امراض قصور الكلية حتى ينخفض سرعة الراشح الكببي من ١٢٠ سم ٣ في الدقيقة الى اقل من ٣٠ سم ٣ اي ان نصف كلية لا تزال تعمل . وعندما تكون النسبة اقل من ذلك فان التحديد القوتي يكون واجبا . وعندما تهبط سرعة الترشيح الكببي من ١٢٠ سم ٣ في الدقيقة الى اقل من ٢٥ سم ٣ في الدقيقة فان السيطرة القوتية لن تكون فعالة . وعندها تتطلب كلية اصطناعية او غرس كلية لادامة الحياة .

ان الكلية الاصطناعية تستند على مبدأ الانفاذ (Dialysis) اذ يقنن (Cannulated) شريان (عادة في الساعد) حيث يدخل دم المريض الى الكلية الاصطناعية . وهنا يفصل الدم عن السائل المنفلد بواسطة غشاء نصف نفوذ (Semipermeable) فيسمح الغشاء لزائد الاملاح الغير عضوية والماء والميضيضات ان تنتشر من خلاله الى السائل المنفلد ولكنه يمنع مرور خلايا الدم او بروتينات البلازما . ومن ثم يعود الدم الى الجسم عن طريق وريد الساعد . ان القنيات البلاستيكية عادة ما تترك في موضعها ، ولتجنب التجلط عند عدم استعمالها فانها تربط سوية لتعمل كحويلة شريانية وريدية .

ان الجوف الخلي (Peritoneal Cavity) للمريض قد يستعمل كغشاء نصف نفوذ . فيدخل السائل المنفلد الى هذا التجويف . وتعرف هذه الصنعة بالانفاذ الخلي (Peritoneal Dialysis) .

غرس الاعضاء

ORGAN TRANSPLANTATION

غرسات الكلية (Kidney Transplants) :

ان الكلية كانت العضو الاول الذي تم غرسه من الشخص معط لشخص مستلم وان اختيارها كان بلا شك بسبب حقيقة ان هناك

اعدادا كبيرة من المرضى في حالات القصور الكلوي الحاد الذين يستفيدون من غرس الكلية وبان لكل شخص كليتين وانه يستطيع اقامة الوظيفة البولية الطبيعية بكلية واحدة . وان غرس الكلية ليس بالصنعة الصعبة وذلك بسبب سهولة الوصول الى الشريان الكلوي والوريد الكلوي والحالب دونما تشريح معقد

توضع الكلية المفروسة عادة في الحوض . ويحصل على تجهيز الدم من الاوعية الدموية الحرقفية . ويدخل الحالب مباشرة في المثانة .

تفاعلات مستضد الضد (Antigen-antibody Reactions) :

ان المشكلة الرئيسية في غرس النسيج هو الرفض والظاهر ان الجسم يستطيع ان يميز نسيجه والذي يتقبله خلافا للنسيج الغريب الذي يرفضه . وعملية الرفض معقدة اذ قد تكون انية او قد تكون متاخرة .

ان البروتين الغريب يعمل كمستضد ، وهو ينبه الخلايا اللمفية الفاعلة مناعيا (خلايا مناعية Immunocytes) ومشتقاتها خلايا البلازما (Plasma Cells) لتكوين الضد (Antibody) . ان الضد هو بروتين يوجد في جزء كما كلوبولين البلازما . ويعتقد بان الخلايا اللمفية الخاصة تنشا في غدة التوتة (Thymus Gland) ولكنها تهاجر الى المواضع اللمفية الاخرى قبل الولادة .

ويتحد الضد مع المستضد ، وتفاعل المستضد مع الضد هذا يؤدي الى تلف المستضد . ويتخذ هذا الرفض اشكالا مختلفة . فقد يتلف العضو المفروس كليا . ان رقعة من الجلد من شخص معطي قد تنسلخ بعد حوالي ثلاثة اسابيع بسبب هذا الرفض بينما تنمو رقعة من الجلد مأخوذة من جزء اخر من الجسم في الموضع الجديد . وفي حالة كريات الدم الحمراء الغريبة (نقل الدم غير المتقارن) فيكون الرفض انيا ويكون بشكل تلازن الكريات الغريبة .

واذا ما كان تفاعل مستضد الضد مصحوبا بتحرير الهستامين في الجلد فانه سيسبب الطفح ، ومن المحتمل تكون الجبار (تفاعل الاستجابة الثلاثية) وهذه تشاهد في حالة الخبز العصابي الوعائي (Angioneurotic Oedma) وبعض الحالات الارجية الاخرى

وشكل حاد من اشكال التسمم بالهستامين هو صدمة التافى (Anaphylactic Shock) والتي تحدث بعد زرق بروتين غريب والذي سبق ان اصبح الجسم محس به . ويجب الحذر مثلا عند اعطاء مصل ضد الكزاز (Antitetanus Serum) للتأكد من عدم

حصول اي تفاعل معاكس بهذا الخصوص . وانه من الافضل اعطاء جرعة اختبار اولية . ويمكن التقليل من تأثيرات الهستامين المحررة باعطاء مواد ضد الهستامين ولكن لا يمكن ابطالها تماما .

ان المستفد لا يجب ان يكون بروتينيا اذ انه حتى عنصر النيكل قد يعمل كمستفد ويحدث تأثيرا ارجيا للجلد عند استعمال مثبت من النيكل . وقد يظهر المريض حساسية للبنسطين .

تصنيف النسيج : Tissue Typing

عند التفكير بفرض عضو ما فان التصنيف المهم التالي بعد نظام (ABO) للكريات الحمراء يظهر انه جهاز مكان الكريات البيضاء البشرية (Human Leucocyte Locus HL-A) ان مستضدات (HL-A) توجد في معظم الخلايا والانسجة والخلايا اللمفية والصفائح تكون على الاخص غنية بهذه المستضدات .

لقد تم تميز ١١ مستفد (HL-A) عالميا لحد الان وان لكل شخص مجموع اربعة مستضدات (HL-A) اثنان لكل من السلسلتين التاليتين :

السلسلة الاولى ١١٦١،٠٩٣،٢٦١

السلسلة الثانية ١٣٤١٢،٨٠٧،٥

ولحد الان لا توجد مستضدات ٦و٤٤

وعليه فان تصنيف مريض يعبر عنه بالشكل التالي

١٢٤٣/٧٦٢

وتماما كما انه في تعيين تصنيف (ABO) فالمرضى يحتاج الى مضادات (A) و (B) (من السهل الحصول عليهما من مصل لمطيين من زمرة A وزمرة B على التوالي) ، لذا فان تعيين مستضدات (HL-A) يحتاج الى مصل يحتوي على مضادات (HL-A) . ويمكن الحصول على مضادات (HL-A) من

١ - المتطوعين اللذين سبق وان زرقوا تحت الجلد بخلايا لمفية تحمل مستضدات (HL-A) .

٢ - المرضى اللذين سبق وان تمت عملية نقل الدم لهم عدة مرات . وحيث ان تصنيف (HL-A) لا يؤخذ بنظر الاعتبار اثناء عملية نقل الدم ، فان كثيرا من عمليات النقل هذه تكون غير متقارنة وتسبب تكوين مضادات .

٢ - النساء اللواتي سبق وان ولدن عدة اطفال واصبحت لهن مناعة بسبب وجود جنين يحمل مستضدات (HL-A) من الاب .

٤ - ومصدر اخر هم المرضى الذين رفضوا الكلية والفرسات الاخرى والتي لم تكن متالفة مع (HL-A) .

ان مضاد (HL-A) يتلف الخلايا اللمفية من شخص من نفس زمرة مستضد (HL-A) عندما يحضنان سوية . وهذه الحقيقة تستعمل لتعيين مجاميع (HL-A) للمريض وقد تستعمل الصفيحات كبديل لذلك .

وعلى الرغم من ذلك فان الاعضاء ضعيفة تقارن (HL-A) لا ترفض دائما .

كبت الاستجابات المناعية :

ان غرس العضو الناجح اصبح فقط ممكنا بتطوير وسائل كبت عمليات الرفض وهذا ما يهدف اليه اساسا بتخفيض كمية الخلايا اللمفية الدائرة .

تكون الخلايا اللمفية بواسطة الانسجة اللمفية ونخاع العظم وبناتر تكوين الخلايا اللمفية في خلايا الدم الاخرى بواسطة الاشعاع المتأين كالاشعة السينية وبعض الكيمياويات السامة للخلايا ، ولذلك فانه يمكن تخفيض الخلايا اللمفية بتشجيع النسيج اللمفي او باعطاء ادوية كبت المناعة (Immuno-suppressive) .

وقد استخدم اخيرا مصل مضاد للخلايا اللمفية لتحطيم الخلايا اللمفية .

وكما سنرى فيما بعد فان هورمونات قشرة الكظر لها تأثير في كبت الاستجابات الارجية ، وان مستويات عالية من الكورتيزون قد استخفمت كمقياس اضافي لكبت الرفض .

ولسوء الحظ . فان التخفيض غير النوعي للكريات البيضاء الدائرة بسبب في كثير من هذه الاجراءات زيادة استعداد المريض للخمج .

وتكون الظروف المعقمة للمريض مع حاجز التمرير ضرورية بعد اجراء الغرس وعلى الرغم من ان مستوى ادوية كبت المناعة قد تقلل بعد فترة من الزمن . فان ادامة جرعة مناسبة قد تكون ضرورية لبقية حياة المريض .

غرسات الاعضاء غير الكلية

لقد مكن تطوير ادوية كبت المناعة لاجراء غرسات اعضاء اخرى ، ان القلب يضرب بسبب صفات العضلة القلبية الموروثة . وهو يفضل يضرب حتى بعد ازالة تمصبيه . وهذا يعني انه في عملية غرس القلب لا توجد هناك ضرورة لخيطة الاعصاب الواصلة الى القلب .

والنتائج الحديثة اثبتت بانه اذا ما تمت السيطرة على مشكلة الرفض ، فان هذا القلب المفروس يستطيع ادامة دوران كاف .

ان التجارب الحيوانية ادت الى الاعتقاد بان اعصاب الجهاز العصبي المستقل (Autonomic Nervous System) ستنمو وتعيد تمصيب القلب المفروس بعد شهور قليلة وسيكون القلب مرة اخرى تحت سيطرة المركز القلبي في النخاع .

ان غرس الاعضاء الاخرى تشمل الكبد في معالجة قصور الكبد ، والبنكرياس في علاج البول السكري .

وان بعض انسجة الجسم لا تعمل كمستضدات ، وان عملية فرسها لا تمثل مشكلة مناعية . ومثل هذه الانسجة تشمل قرنية العين (ترقيع القرنية) والعظم .

ولا يوجد هناك تفاعل مناعي عند غرس عضو من توأم متماثل (Identical Twin)

وسيكون في المستقبل من الممكن اجراء عملية غرس الاعضاء على اساس «زمرة العضو» بنفس الطريقة التي تتم فيها عملية نقل الدم على اساس «زمرة الدم» . وانه من السابق لاوانه التنبؤ ما اذا كانت خلايا الكلية او خلايا الكبد ... الخ ستكون لها نظم زمر خاصة بها .

١٤ - تنظيم درجة الحرارة

TEMPERATURE REGULATION

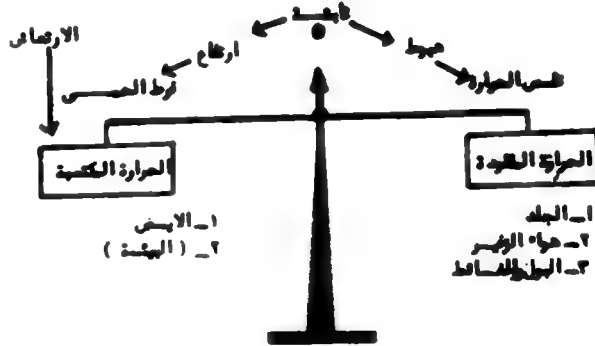
يستطيع الشخص ادامة درجة حرارة جسمه المركزية ، اي درجة حرارة الدماغ ، والتجويف الصدري والتجويف البطني ، بمقدار ثابت مستقل عن درجة حرارة محيطه الخارجي . وهو بهذه الطريقة يختلف عن الحيوانات ذات الدم البارد والتي تختلف درجة حرارة جسمها مع درجة حرارة محيطها الخارجي .

ليس للانسان فرو على جلده ، ولكن له تحت جلده دهن يلعب دورا في حفظ الحرارة . ولمنع فقد الحرارة الزائد في الجو البارد ، فانه يغطي جلده بالملابس . وهذه الملابس تحتجز الهواء الساخن القريب من الجلد وتكون محيطا موضعيا خارجيا يأخذه الانسان معه اينما ذهب . وهذه الطريقة اصبح الانسان الوحيد الذي يستطيع ادامة حرارة جسمه ، وبذلك يستطيع العيش في المناطق القطبية والاستوائية على حد سواء .

ادامة درجة حرارة مركزية ثابتة

MAINTENANCE OF A CONSTANT CENTRAL BODY TEMPERATURE

ان ثبات درجة حرارة الجسم تتم بادامة التوازن المستمر بين الحرارة المستحصلة والحرارة المفقودة (شكل ١١١) . فاذا ما استحصلت



شكل ١١١ - تبقى درجة الجسم ثابتة اذا ما كانت الحرارة المكتسبة مساوية للحرارة المفقودة . واذا زادت الحرارة المكتسبة عن الحرارة المفقودة ، فان درجة حرارة الجسم سترتفع مؤدية الى حالة فرط الحمى . اما اذا زادت الحرارة المفقودة عن الحرارة المكتسبة ، فان درجة حرارة الجسم ستهبط مؤدية الى حالة نقص الحرارة .

حرارة اكثر مما يفقد . فان درجة حرارة الجسم سترتفع . واذا ما كانت الحرارة المفقودة اكثر من المستحصلة ، فان درجة حرارة الجسم ستهبط . ان الحرارة تستحصل بالايض . وفي الراحة . فان الحديثات الايضية للجسم تنتج حوالي ٧٠ سعة كبيرة من الحرارة في الساعة . فاذا لم يكن هناك اي فقدان للحرارة ، فان انتاج الحرارة الايضية سيرفع من درجة حرارة الجسم درجة مئوية واحدة (١.٨ درجة فهرنهايت) في كل ساعة ، وقد تنتج ضربة حرارية مميتة خلال ساعات قليلة .

وقد تستحصل الحرارة من المحيط الحار ، كما هو عند الجلوس في الشمس . او امام نار حارة . وتستحصل كمية قليلة من الحرارة بتناول طعام حار

ولادامة درجة حرارة جسمية ثابتة : فان الحرارة يجب ان تفقد بنفس السرعة التي تستحصل بها . ولذا فانه عند الراحة يجب فقدان ٧٠ سعة حرارية كبيرة في الساعة . وتفقد الحرارة عن طريق الجلد وفي هواء الزفير ، وفي البول والفاائط .

ويكون فقدان الحرارة الرئيس عن طريق الجلد . وتفقد الحرارة من الجلد بطريق الاشعاع والتوصيل والتنقيط وبتبخير الماء .

١ - الاشعاع (Radiation) :

يشع الجلد الحرارة بشكل اشعة تحت الحمراء والتي تستطيع احماء اي جسم صلب في مسارها . وعليه فانه عند الجلوس في غرفة ، فان الحرارة المشعة من جسم الشخص ستدفئ الجدران والارض والسقف وبالطبع اي شخص اخر يحدث ان يكون موجودا في الغرفة . وتعتمد كمية الحرارة المفقودة بالاشعاع على لون الملابس . فالاجسام السوداء تفقد (وتستحصل) الحرارة اسهل بواسطة الاشعاع ، ولا يمكن للاجسام البيضاء اللامعة ذلك . لذلك فان الالبسة الفضية اللامعة التي يرتديها رواد الفضاء تحفظ الحرارة عند ترك كبسولة الفضاء والتعرض الى البرد الشديد للفضاء الخارجي . وفي داخل الكبسولة فانه تضخ سوائل باردة حول داخل البدلة لمنع زيادة الحرارة عند لبسها .

٢ - التوصيل (Conduction) :

وتفقد الحرارة ايضا بالتوصيل . فان الحرارة توصل الى الكرسي الذي يجلس عليه الشخص او اي جسم اخر يكون في تماس معه . والحرارة تفقد بهذه الطريقة بسهولة جدا الى اي جسم جيد التوصيل للحرارة كالمعدن . ولكن الحرارة المفقودة تكون قليلة جدا خلال موصلات رديئة التوصيل للحرارة كالملابس والامتشة المعلقة للكراسي .

٣ - التنقيط (Convection) :

وبعض الحرارة تفقد بواسطة التنقيط . فيدفع الهواء القريب من الجلد

عند يرتفع ليحل محله هواء آخر بارد من مستوى الأرض . ونتيجة ليارات التثقيل فان درجة حرارة الغرفة غالبا ما تكون اعلى عند مستوى السقف مما هي في مستوى الأرض .

٤ - تبخر الماء (Evaporation of water) :

ان فقدان الحرارة بتبخير الماء من الجلد طريقة مهمة جدا لفقدان الحرارة في محيط دافئ فالفقد العرقية هي تحت سيطرة الجهاز العصبي الودي . وعندما يكون فعالا فانها تصب العرق على سطح الجلد . فاذا ما تبخر هذا العرق ، فان الجلد سيبرد . ومن ناحية اخرى اذا ما ازيل هذا عن الجسم ، فان تأثيره في التبريد سيزول . وان تبخر ٢ سم^٢ من العرق عن الجلد سيسبب فقدان سرعة حرارية واحدة من الحرارة .

ان التعرق وتبخير العرق طريقة فعالة جدا لتبريد الجسم عندما يكون هواء المحيط الخارجي جافا . واذا ما كان الجو رطبا فان العرق سوف لن يتبخر ولن يكون عندئذ للتعرق اي فعل تبريدي . ان التعرق هو الوسيلة الوحيدة المتوفرة للجسم لادامة درجة حرارته الطبيعية عندما تكون درجة حرارة المحيط الخارجي اعلى من ٣٧°م (٩٨°ف) وفي مثل هذه الظروف فان الجسم سيحصل الحرارة ولا يفقدها بالاشعاع او التوصيل او التثقيل .

ان الجسم بحاجة الى التعرق لا لفقد الحرارة الناتجة عن الابيض فقط . بل لابطال مفعول الحرارة المستحصلة بالطرق الاخرى وعلى فرض كون الهواء المحيط بالجسم جافا ، فانه من الممكن ادامة درجة حرارة الجسم الطبيعية في درجات حرارة محيطية عالية تقرب من درجة غليان الماء . واذا ما كانت الرطوبة المحيطية عالية جدا ، فتكون درجة حرارة ٣٧°م (٨٠°ف) غير مريحة .

يكون هراء الزفير مشبعا كليا ببخار الماء ويفقد الجسم الحرارة بتبخير الماء . وليست الحرارة المفقودة بهذه الطريقة كبيرة جدا في الظروف الطبيعية . ولكنها قد تكون عالية اذا ما كان الهواء المتنفس جافا جدا او اذا ما كان المريض مفرط التنفس لاي سبب كان

ان البول والغائط يتركان الجسم في درجة حرارة ٣٧°م (٩٨°ف) ، ومن الممكن تعيين درجة حرارة طفل مثلا وذلك بقياس درجة حرارة البول الخارج . وان الحرارة المفقودة بواسطة هذين المسلكين قليلة جدا

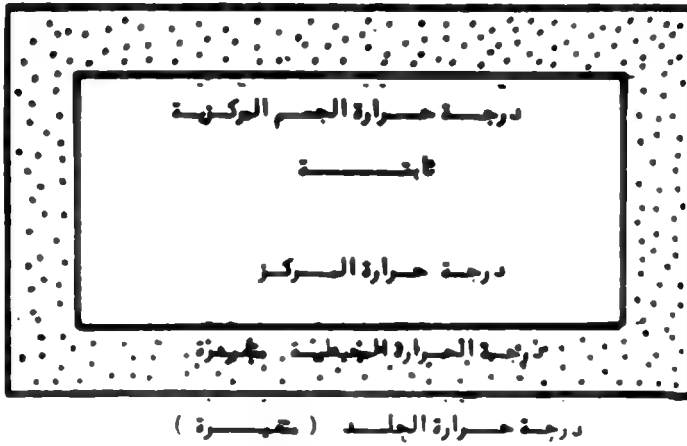
تنظيم درجة الحرارة

TEMPERATURE REGULATION

تنظم درجة حرارة الجسم بواسطة تحت المهاد (Hypothalamus) .

فاذا ما كانت الحرارة المستحصلة غير كافية ، فانه يمكن زيادة انتاج الحرارة باجراء التمرين فيسبب هذا زيادة الايض واذا لم تجر التمارين في مثل ها ، الحالات يحدث الارتعاش والارتعاش هو التقلص والانبساط اللاارادي للعضلات الارادية ، وهي تزيد من انتاج الحرارة وذلك بزيادة ايض هذه العضلات

وعلى الرغم من ان درجة حرارة الجزء المركزي للجسم تدام في مستوى ثابت فان درجة حرارة المحيط وجلد الجسم غير ثابتة . فهي تتغير كي تديم الدرجة الصحيحة للحرارة المفقودة (شكل ١١٢) .
تعمل الحرارة المفقودة من الجلد بواسطة درجة حرارة الجلد . وكلما



درجة حرارة الفم (محمرة)

شكل ١١٢- ان درجات الحرارة في الدماغ والصدر والبطن (درجة حرارة الجزء المركزي) تكون ثابتة . اما درجة حرارة الجلد فانها غير ثابتة ، ولكنها تكيف كي تستطيع الحرارة المفقودة عن طريق الجلد ادامة الجسم في حالة توازن حراري .

ارتفعت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اكبر ، وكلما قلت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اكبر ، وكلما قلت درجة حرارة الجلد ، كانت الحرارة المفقودة اقل وتعتمد درجة حرارة الجلد على جريان الدم في الجلد وهذا بدوره يعتمد على فعالية الاعصاب الودية الى الجلد . وكلما كان توتر التضيق الوعائي الودي اعلى ، كان جريان الدم في الجلد اقل ودرجة حرارة الجلد اوطأ وكذلك الحرارة المفقودة من الجلد تكون اوطأ (شكل ١١٣)

وكلما قل توتر التضيق الوعائي الودي ، زاد جريان الدم في الجلد ، وارتفعت درجة حرارة الجلد وازدادت الحرارة المفقودة

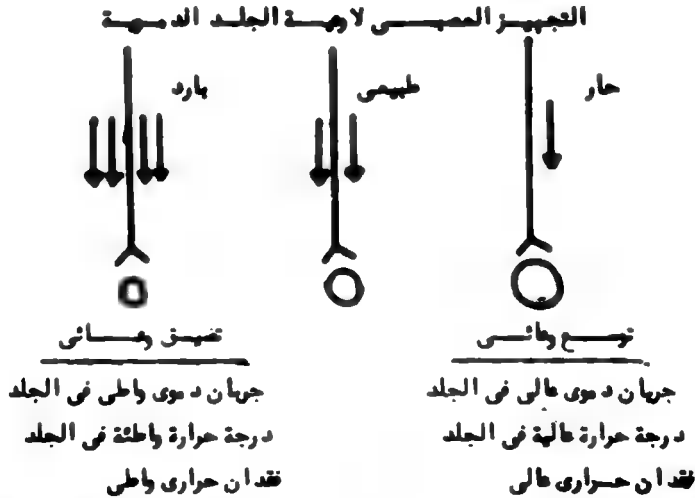
وعندما تكون درجة حرارة الجسم عالية ، كما هي بعد اخذ حمام حار ، فان اوعية الجلد الدموية تتوسع لزيادة تجهيز الدم للجلد . وترتفع درجة حرارة الجلد وتزيد هذه من الحرارة المفقودة بالاشعاع والتوصيل والتنقيط .

واذا كانت درجة حرارة الجسم واطئة ، فان اوعية الجلد الدموية تضيق ويصبح الجلد باردا عند اللمس وتقل الحرارة المفقودة من الجلد . وعليه فان درجة حرارة الجلد ليست ثابتة كما هي الحالة في درجة حرارة الجزء المركزي . ولكنها تكيف لتنظيم درجة حرارة الجسم ككل . وقد تكون درجة حرارة الجسم واطئة كدرجة الحرارة المحيطية في اطراف الجسم مثل الابهس الكبير (Big Toe) . وقد تقرب من درجة حرارة الجزء المركزي في مناطق مثل الابط والاربية (Groin) .

تعيين درجة حرارة الجسم

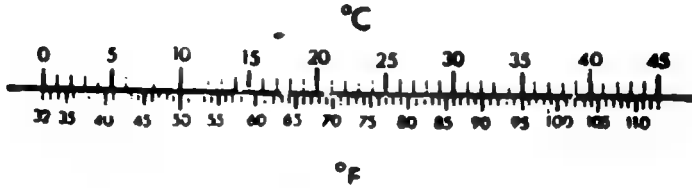
DETERMINING BODY TEMPERATURE

ان الطريقة القياسية لتعيين درجة حرارة الجسم يكون باستعمال المحرار الطبي . وهذا المحرار ذو حد اقصى يسجل درجة الحرارة بالدرجات المئوية او الدرجات الفهرنهايتية . وتقاس درجة حرارة المريض



شكل - ١١٢ - يعتمد فقدان الحرارة من الجلد على جريان الدم فيه . وهو يتنظم بواسطة مركز تنظيم الحرارة في تحت المهاد والذي يؤثر من خلال الجهاز العصبي الودي الى الجلد . ان شدة الفعالية الودية ممثلة تخطيطا بعدد الاسهم التي بجانب العصب .

باستعمال احد هذين النظامين . ويشاهد جدولا للتحويل في (شكل ١١٤) .
ويوجد في المحرار الطبي سهم يؤشر عادة على ٣٧°م او ٩٨.٤°ف وهذا
يمثل معدل درجة حرارة الجسم وفي بعض المحارير الفهرنهايتية فان
السهم يؤشر على ٩٨.٦



**شكل - ١١٤ - رسم تخطيطي للتحويل بين الدرجات التوسية
والفهرنهايتية . ان درجات الحرارة يمكن تسجيلها اما
بالدرجات الفهرنهايتية او المتوبة .**

ولئلا هذا المحرار تحديدات فهو عادة يوضع في الفم تحت اللسان
ولذا فهو يعطي درجة حرارة الفم وهذه الدرجة تكون نفس درجة
حرارة الجزء المركزي اذا ما كان الفم قد اغلق تماما قبل اخذ القراءة حيث
يكون التنفس عن طريق الانف فقط وبشرط ان لا يكون قد وضع اي
طعام او شراب حارا كان او باردا في الفم فان درجة حرارة كوبا من
الشاي او القهوة قد تكون حوالي ٧١°م (١٦٥°ف) ومثل هذا المشروب
الحار سيرفع من درجة حرارة الفم لفترة لا بأس بها بعد تناول المشروب .
وعكس ذلك المرطبات التي في درجة صفروهم (٣٢°ف) او اقل ستبرد الفم
الى درجة واطئة جدا وان درجة حرارة الفم تكون غير موثوق بها اثناء
التمارين وذلك بسبب ازدياد التنفس حيث يشترك الفم معه وكذلك
اذا ما كان المريض مزكوما ويتنفس من فمه .

ويحتاج المحرار لوقت طويل كي يصل الى القراءة النهائية وذلك
بسبب الكميات الكبيرة من الحرارة الواجب انتقالها الى الزئبق
ولتسجيل قراءة دقيقة فانه يجب تبديل موضع المحرار حتى يحصل على
قراءة ثابتة . وهذا ما قد يأخذ وقتا اطول من النصف دقيقة او الثلاثة
دقائق المبينة على عمود المحرار
ان الحدود الواسعة للقراءات التي يحصل عليها يمكن تأكيدها من
قبل القارئ . والجهاز الوحيد المطلوب لذلك هو محرار طبي

جدول رقم (٥)

درجات الحرارة المسجلة بمحرار طبي بنصف دقيقة في درجة حرارة
الغرفة ٢١°م (٧٠°ف) متوسط الملاحظات على ١٥ شخص

الفم الإبط الأربية الفم بعد الفم بعد تنفس مشروب حار فمي

٢٣٦٠	٢٣٦٧	٢٣٦٧	٢٣٨١	٢٣٦٠
٩٦٨	٩٨٠	٩٨٠	١٠٠٦	٩٦٨
(١ دقيقة) (٢٠ دقيقة)				

يبين (جدول ٥) التغيرات النموذجية التي يحصل عليها عند استعمال محرار طبي لنصف دقيقة في محاولة لتعيين درجة حرارة الجزء المركزي لجسم شخص بالغ . وما يجب ملاحظته هو ان درجة حرارة الفم المسجلة بعد دقيقة واحدة كانت فقط ٣٦٫٤ (٩٧٫٥ ف) ولكنه بعد اعادة وضع المحرار في الفم حتى الحصول على درجة حرارة ثابتة . فان القراءة النهائية هي (٧٠م) (٣٢٫٢ ف) اعلى . اي انه كان قد سجل ٣٧٫١ (٩٨٫٨ ف) . وقد يحتاج لفترة مقدارها ٢٠ دقيقة في بعض الحالات للوصول الى هذه القراءة الدقيقة .

ان درجات الحرارة المسجلة في الإبط والأربية كانت اقل من تلك التي في الفم . وبعد كوب من الشاي الحار (٦٥٫٦م او ١٥٠ ف) فان درجة حرارة الفم ارتفعت الى ٣٨٫١ (١٠٠٫٦) . وبعد تنفس لمدة خمس دقائق من خلال الفم فان درجة حرارة الفم انخفضت الى ٣٦٫٠ (٩٦٫٨ ف) . ان هذه القراءات تظهر اخطاء بحوالي ١٫١ (٢ ف) فوق واسفل درجة حرارة الجسم المركزية .

ان درجة الحرارة المسجلة في الإبط وفي الأربية غالبا ما تكون اقل بنصف الى درجة واحدة من التي تسجل في الفم . ولكنها قد تعطي دليلا اذق من درجة حرارة الفم في كثير من الحالات السابق ذكرها . ان درجة حرارة المستقيم غالبا ما تكون اعلى بنصف درجة الى درجة مئوية واحدة من تلك التي تسجل في الفم . ولكنها قد تعطي دليلا غير صحيح لتغيرات درجة حرارة الجسم اذا ما انحسر المحرار في الفائط وفي الظروف الطبيعية يمكن الحصول على دلالة تقريبية للدرجة حرارة الجسم المركزية وذلك باستعمال محرار كهربائي في صماخ الاذن الخارجية او يشبث على الجلد تحت الفراغ او في السرة .

التغيرات النهارية في درجة حرارة الجسم

DIURNAL VARIATIONS IN BODY TEMPERATURE

على الرغم من ان درجة حرارة الجسم ثابتة تقريبا في ٣٦٫٩م (٩٨٫٤ ف) . فانها تتموج خلال الاربع والعشرين ساعة حيث تصل اقصاها حوالي الساعة السادسة مساء وحدها الأدنى حوالي الساعة

الرابعة صباحا عندما يكون الشخص فعالا خلال اليوم . ويطلق عليهما بالتغيرات النهارية . وبعد التمارين فان درجة حرارة الجسم قد تزيد على ٣٧.٨°م (١٠٠°ف) وقد تصل الحرارة اكثر من ذلك بعد حمام حار . وفي النساء فان درجة الحرارة قد تكون اعلى بدرجة واحدة بعد الإباضة في الجزء الاخير من الدورة الحيضية عما هي قبل الإباضة . ان التسجيل اليومي لدرجات الحرارة في الصباح الباكر يستعمل لتحديد وقت الإباضة عند دراسة حالات العقم

نقص الحرارة (Hypothermia) :

ان صفار الاطفال وكبار السن ، اذا ما تعرضوا للبرد الشديد فانه قد يؤدي بهم ذلك الى حالة نقص الحرارة حيث قد تنخفض حرارة الجسم الى ما دون القراءة السفلى على المحرار الطبي ، اي دون ٣٥°م (٩٥°ف) . وفي مثل هذه الحالة يستعمل محرار خاص لنقص الحرارة يستطيع تسجيل الحرارة الى ٢٦.٧°م (٨٠°ف) وذلك لتحديد درجة حرارة الجسم .

ان الطفل الحديث الولادة له دهن جسمي بني والذي يتايفس اذا ما اصبح الطفل باردا وبذلك يحميه من نقص الحرارة . وعلى كل فان هذا الدهن الجسمي البني يستعمل خلال الايام الاولى من حياة الطفل ومن ثم يكون من الضروري عدم تعريض الطفل بعد ذلك الى البرودة الزائدة . ان انخفاض درجة الحرارة تؤدي الى السبات ، واذا ما حدث مثل ذلك فانه تتوقف الحركات والتقلصات العضلية وبذلك تقل عملية الايض، ونتيجة لذلك تزداد هبوط درجة الحرارة .

ان الحمام الحار طريقة غير فعالة في رفع درجة حرارة الجسم من حالة نقص الحرارة الى المستويات الطبيعية .

ان نقص الحرارة تقلل من سرعة عملية الايض في الجسم ، وكذلك تقلل من متطلبات الانسجة لجريان الدم وينطبق هذا بصورة خاصة على الدماغ . وفي حالة نقص الحرارة المسيطر عليها ، فانه يمكن منسج تجهيز الدم للدماغ لعدة دقائق دون ان يسبب تلفا دائما لخلايا الدماغ والذي يعقب الدوى الدماغى في درجات الحرارة العادية للجسم . وباستعمال نقص الحرارة ، فقد اصبح بالامكان وقف القلب لفترة قصيرة لتمكين اجراء العمليات الجراحية فيه ، وعلى كل حال فان هناك ميل لابدال هذه الصنعة باستعمال مضخات آلية تتجنب القلب بتحويله لادامة جريان الدم الى الدماغ .

وعند اجراء عملية جراحية لشخص تشمل تخفيض درجة حرارة الجسم الى حالة نقص الحرارة ، فانه يكون من الضروري عندئذ قياس درجة حرارة الجسم باستمرار وقد تستخدم لهذا الغرض محاريس كهربائية حيث تسجل درجات الحرارة بصورة مستمرة ويكون من

الضروري استعمال عدد من هذه المحارير لتسجيل درجات الحرارة في مواضع مختلفة من الجسم وذلك كي تكون التقديرات دقيقة . واذا ما استعمل محرار واحد فان افضل دليل لدرجة الحرارة المركزية للجسم من المحتمل الحصول عليها باستعمال محرار مريئي (Oesophageal Thermometer)

فرط الحمى (Hyperpyrexia)

ان الديقان (Toxins) الناتجة من الاخماج ، تؤثر على مركز تنظيم درجة الحرارة مسببة تثبيته في مستوى اعلى ونتيجة لذلك ترتفع درجة حرارة الجسم وتحصل الحمى . وعند ارتفاع درجة الحرارة في الجسم ، فان الحرارة المفقودة تكون اقل من الحرارة المكتسبة . وتقل الحرارة المفقودة لانخفاض جريان الدم في الجلد المتسبب عن ازدياد توتر التقلص الوعائي الودي . اضافة لذلك فان الحرارة المكتسبة قد تزداد بالارتعاش ويشعر المريض بالبرد وذلك لهبوط درجة حرارة الجلد المصحوبة بانخفاض جريان الدم في الجلد وهذه مجتمعة مع الارتعاش تسبب القشعريرة (rigor) . واذا ما وصلت الحرارة درجتها العالية الجديدة ، يحدث توازن جديد بين الحرارة المكتسبة والحرارة المفقودة فتتوسع الاوعية الدموية ويشعر المريض بالدفء .

ان الادوية التي تؤدي الى خفض درجة حرارة الجسم في مثل هذه الظروف لفرط الحمى ، تسمى ادوية ضد الحمى (Antipyretics) . وهي تشمل حمض الاسيتيل ساليسيلك (الاسبرين) والباراسيتامول (Paracetamol)

واذا ما استمرت الحرارة في الحمى على الارتفاع ، فانه يكون من الضروري عندئذ تبريد الجلد بتبخير الماء وذلك لمنع حدوث فرط الحمى المميتة

وغالبا ما تستعمل اسفنجة للمسح بالماء الدافئ . حيث ان المسح باسفنجة بماء بارد سيسبب تضيق الاوعية وهو غير مريح للمريض ويمكن تسريع تبخر الماء وذلك بزيادة سرعة جريان الهواء على المريض باستعمال مروحة كهربائية . وعندما تبدأ درجة الحرارة بالهبوط الى معدلها الطبيعي بعد الحمى ، فان الجسم غالبا ما يفقد الحرارة بسرعة . ويحصل ذلك نتيجة توسع اوعية الجلد الدموية . فيصبح الجلد دافئا ، وقد يحدث التعرق اضافة لذلك ويشعر المريض بحر شديد بسبب هذا التوسع الوعائي والذي يزيد من درجة حرارة الجلد وينبه المستلمات الحرارية في الجلد

وعليه فان المريض قد يشعر بالبرودة عند ارتفاع درجة الحرارة وبالحرارة والتعرق عند انخفاضها .

١٥ - السبيل الهضمي واضطرابات وظائف الهضم

THE DIGESTIVE TRACT AND DISORDERS OF DIGESTIVE FUNCTION

يمر الطعام نازلا من الفم الى المريء ومن ثم الى المعدة . ومن المعدة يستمر الى الفج (الاثنا عشر) فالصائم (Jejunum) فاللفائفي (Ileum) (الامعاء الدقيقة) اما الثعالة غير الممتصة ، فانها تمر من طريق الاعور (Caecum) والقولونات الصاعدة (Ascending) والمستعرض (Transverse) والنازل والسينسي (Sigmoid) (الامعاء الغليظة) الى المستقيم (Rectum) وقناة الشرج (Anal Canal) .

الفم - اللعاب

MOUTH - SALIVA

ينتج اللعاب من الغدد اللعابية الثلاثة : الغدة النكفية (Parotid) والغدة تحت الفك (Submandibular) والغدة تحت اللسان (Sublingual) .

يفرز اللعاب استجابة للنظر الى الطعام او التفكير فيه وكذلك لتذوقه او شمه ويحدث الاللعاب (Salivation) بواسطة الجهاز العصبي اللاودي فالالياف اللاودية في العصب القحفي التاسع تجهز الغدة النكفية . بينما تجهز الالياف اللاودية في العصب القحفي السابع الغدتين تحت الفك وتحت اللسان وهذه الاعصاب هي اعصاب محركة افرازية (Secretomotor) للغدد اللعابية ، اي انها تسبب زيادة انتاج اللعاب . وكما مر بنا سابقا فان هذه الاعصاب تسبب توسع الاوعية الدموية المؤدية الى الغدد اللعابية وذلك لتأمين جريان دم اعلا اثناء الاللعاب .

ان الفعالية اللاودية تحصر بواسطة الاتروبيين (Atropine) والهيسين (Hyosine) او (Scopalamine) . وان ايا من هذين العقارين يسبب جفاف الفم وللعاب وظائف كثيرة فهو يعمل كمزلق يساعد في تكوين اللقمة . وهو يحتسوي على الامايليز اللعابي (Salivary Amylase) والذي يعرف ايضا بالبتالين (Ptyalin) . وكذلك فله فعل منظم . ان المريض بالحمى يكون انتاجه للعاب قليلا، ونتيجة لذلك فان لسانه غالبا ما يكون مغطى بطبقة غشائية وهو يساعد على الكلام ، اذ انه من الصعب الكلام عندما يكون الفم جافا . وهو يمكن برام

التذوق للاستجابة للمواد الحلوة والمالحة والحامضة . ويكون الاحساس ممكنا فقط اذا ما امكن للمادة ان تذوب في الماء . ولكن كما سنرى فيما بعد ، فان اكثر التذوقات هي في الواقع شم بسبب تنبيه المستلمات الشمية في الانف . واذا ما اصاب الانسان يبرد في الرأس فان حاسة شمه ستتأثر ولكن براعم التذوق سوف لن تتأثر . ان التغير في مذاق الطعام في مثل هذه الظروف هو بسبب فقدان قسم الشم .

ان اللعاب مشبع تماما بالكالسيوم وهذا يمنع ازالة الكلس من الاسنان ، وان اي حمض يوضع في الفم فانه سيميل الى اذابة الاسنان . فاذا ما وجب اعطاء شخص مثلاً حمض الهيدروكلوريك من طريق الفم ، فانه يجب اخذه خلال اتبوبة وملاحظة عدم السماح للحمض للمس الاسنان . ويجب غسل الفم جيداً بالماء بعد ذلك . وان تكوين الاحماض في الفم كنتيجة لفعل البكتريا من المحتمل ان تلعب دوراً هاماً في تفسخ الاسنان .

المريء

OESOPHAGUS

يشكل الطعام في الفم بهيئة لقمة حيث تبلع بعدئذ فتنزل من طريق المريء بواسطة الحركة التحوية (Peristaltic) والتي يسببها العصب المبهم . كنتيجة لهذا التحوي فانه من الممكن ابتلاع السوائل والاجسام الصلبة على حد سواء عندما يكون الشخص في وضع الرقود او حتى في وضع الوقوف على الرأس .

تبطن المريء ظهاره حرشفية مطبقة (Stratified Squamous Epithelium) اي انها شبيهة بالجلد ، وان نهايات الاعصاب في المريء مثبتة جيداً في الدماغ . ولذا فانه يمكن تتبع مسلك مشروب حار جداً عند نزوله في المريء . ان المريض بانسداد في المريء يستطيع ان يعين بدقة موضع الانسداد .

وما ان يصل الطعام الى المعدة ويمر في الامعاء فانه سيكون من غير الممكن تحديد موضعه في هذا الجزء من السبيل الهضمي .

ان المريء بخلاف الامعاء ، ليست لديه طبقة خلية خارجية محيطة به وهذا ما يجعل صعوبة عمل مفارقة محكمة جراحياً .

المعدة - العصارة المعدية

STOMACH - GASTRIC JUICE

يدخل الطعام المعدة من خلال مصرة الفؤاد (Cardiac Sphincter) (شكل ١١٥) . وليست هذه مصرة يمكن توضيحها تشريحيًا . ولكن هذا الجزء من السبيل الهضمي يعمل كمصرة فسلجية تمنع قلنس الطعام من العودة الى الأعلى نحو المريء . واذا ما حدث ذلك ، فان المحتويات المعدية ستثير المريء وتؤدي الى التهابه (Oesophagitis) . وان مثل هذا القلس قد يحدث مع الفتق الحجابي (Diaphragmatic Hernia) .

لا ارتخاء الفؤاد (Achalasia of The Cardia) :

وهي الحالة التي تطلق عندما لا تنفتح مصرة الفؤاد تماما ، مما يسبب اعاقة الطعام البلوع في هذه النقطة . واحدى طرق علاج هذه الحالة هو جمل المريض يبتلع موسما بشكل كبسولة من الزئبق قبل كل وجبة طعام . وسيفتح وزن الزئبق مصرة الفؤاد وبذلك يتمكن الطعام من الدخول الى المعدة .

تعمل المعدة كمضو خزن مما يساعد في اكل كميات كبيرة في وجبة واحدة . وفي كل بضعة دقائق ، فان كمية قليلة من هذا الطعام يمر من خلال مصرة البواب الى الاثني عشر الى ان تفرغ المعدة . وهذه العملية تستغرق من ٧-٨ ساعات حيث تجهز الامعاء الدقيقة في اثناءها بكمية مستمرة من المواد الغذائية للهضم ولإعادة الامتصاص .

وتسبب وجبة دهنية تحريـر الانثيروكاسترون (Enterogastrone) والتي تثبط افراغ المعدة

وقد يتأخر افراغ المعدة بسبب الخوف ، وكذلك يتأخر عندما تضيق مصرة البواب ولا تنفتح تماما . وتسمى هذه الحالة بالتضيق البوابي (Pyloric Stenosis) وقد تكون مثل هذه الحالة خلقية (موجودة عند الولادة) . واحدى طرق المعالجة (عملية رامستد (Ramstedt's Operation) حيث يشق طوليا في عضلة مصرة البواب وتترك طبقة الغشاء المخاطي في محلها (كما هو الحال في قص حلقة لنزعها من الاصبع)

تنتج المعدة الببسين (Pepsin) وحمض الهيدروكلوريك لهضم البروتين وفي بعض الحيوانات (غير الانسان) تنتج الرينين التي تجبن الحليب .



شكل ١١٥ - المعدة . ان مصرة الفؤاد الفسلجية تمنع قلنس المحتويات المعدية الى الاعلى نحو المريء . وتسمح مصرة البواب التشريحية من مرور محتويات المعدة تدريجيا الى المعجى .

يكون الافراز المعدي تحت تأثير السيطرة المشتركة للعصب المبهم ولهورمون الكاسترين (Castrin) . ويبدأ المبهم بجريان المصارة المعدية عند النظر او التفكير في الطعام او عند دخوله الفم . ويحرر الكاسترين من المنطقة البوابة للمعدة الى مجرى الدم عندما يصل الطعام الى هذا الجزء من المعدة . ويدور الكاسترين في الدم ومن ثم يعود الى الخلايا الافرازية للمعدة فتزيد بذلك من فعالية المبهم في انتاج العصارة المعدية .

والكاسترين هو ببنابيد يحتوي على ١٧ حمض اميني ، والمركبات التركيبية التي لها نفس نهايات الاربعة او الخمسة احماض امينية لها نفس التأثير والبنتاكاسترين (Pentagastrin) هو احدى تلك المركبات .

القرحة المعدية (Peptic Ulcer) :

بما ان الببسين هي خميرة هضم للبروتين ، فانها قد تهضم جدار المعدة او الجزء الاولي من المعجى (الاثنا عشر) . ويطلق على الحالة التي يحدث فيها مثل ذلك على القرحة المعدية .

واذا حدثت القرحة في المعدة فانها تسمى بالقرحة المعدية ، بينما تسمى القرحة المعجوية اذا ما حدثت في المعجى (الاثنا عشر) .

ومضاعفات القرحة المعدية هو الثقب والنزف والانسداد

وتدرس طريقة حمض المعدة باستعمال اختبار وجبة الطعام التجريبية . فترشف المعدة كل ١٥ دقيقة باستعمال أنبوب معدة بعد تنبيه الإفراز المعدي اما بواسطة الهستامين او البنتاكاسترين . وان مرضى القرحة المفجئة غالبا ما يكون تركيز الحامض عندهم اعلى من الطبيعي (وكذلك فان مستوى البيسين والعامل الداخلي المنشأ يكون عندهم اعلى) . وعادة فان مرضى القرحة المعدية لا يختلفون عن الاشخاص الطبيعيين .

يمكن مشاهدة تجويف القرحة المعدية بواسطة اشعة اكس بعد تناول كبريتات الباريوم التي لا تلدوب (وجبة الباريوم) ويمكن رؤيتها ايضا باستعمال الة بصرية تدخل لاسفل المريء تعرف بمنظار المعدة ومناظير المعدة الحديثة تستخدم بصريات ليفية تربط بالآلة تصوير فوتوغرافية او تلفزيونية .

ان علاج القرحة المعدية يتضمن تقليل انتاج العصارة المعدية بواسطة المعدة .

ويمكن حصول هذا بعدة طرق فقد يقطع العصب المبهم (قطع المبهم Vagotomy) للتقليل من فعاليته وقد تستأصل المنطقة البوابية وذلك للتقليل من انتاج الكاسترين وقد تجري عملية قطع جزئي للمعدة لتقليل كمية العصارة المعدية المنتجة . وكبدل لذلك فقد يعادل حمض الهيدروكلوريك وذلك باعطاء البروتين مثل الحليب او بواسطة القلويات مثل هيدروكسيد الالمنيوم او ثالث سيليكات المنيسيوم . وقلي (Alkali) قوى مثل بيكاربونات الصوديوم لن يكون شديد الفعالية حيث انه بسبب عودة تكوين الحامض ، اي زيادة انتاج الحامض فيما بعد .

قطع المبهم (Vagotomy) :

يقطع العصب المبهم في مدخل التجويف البطني وبذلك فان الالياف المجهرة للقلب والاعضاء الصدرية الاخرى تبقى في محلها . وللمبهم توزيع واسع في البطن ولذلك فان قطع المبهم الكامل سيريل تعصيب البنكرياس والصفراء والامعاء وكذلك المعدة وهذا قد يؤدي الى اسهال شحمي (Steatorrhea) والاسهال بعد قطع المبهم وفي قطع المبهم المختار فانه تقطع فقط التفرعات الى المعدة .

واضافة لذلك فان قطع المبهم يقلل من انتاج البيسين الحامض في المعدة ويمنع الإفراغ المعدي الطبيعي . ونتيجة لذلك فان المعدة اما ان تربط مع الصائم بعملية فغر الامعاء المعدي (Gastro-enterostomy)

لتصرف المعدة او بدلا من ذلك يفتح البواب بصورة دائمة وذلك بعملية تقويم البواب (Pyloroplasty) . وبهذه العملية فان مصرة البواب تستبدل بفتحة كبيرة بين المعدة والمفج

قطع المعدة الجزئي (Partial Gastrectomy) :

عند اجراء عملية قطع المعدة الجزئي لعلاج القرحة المعديّة او المعجبة ، فانه يزال ثلثا او ثلاثة ارباع المعدة . ويشمل هذا معظم جزء المعدة المنتج للبسين الحامض اضافة الى غار البواب ويطلق المفج وتربط بقية المعدة الى عروة الصائم امام او خلف القولون . ولهذا الاجراء اثار تغذوية وايضية .

ان الوظيفة الخزنية للمعدة ستفقد وسيكون على المريض تناول وجبات صغيرة متعددة حتى يحصل على موقع خزن بديل وذلك بتمدد جزء من الامعاء الدقيقة .

ان فقدان العامل الداخلي المنشأ سيؤدي الى فقر الدم الخبيث عندما يستعمل كل احتياطي الكبد من فيتامين ب₁₂

وسيكون امتزاج الصفراء وافراز البنكرياس مع الغذاء غير كاف وسيضطرب التحرير الهورموني المعدي الكاسترين (Gastrin) والسكرتين (Secretin) و البنكروزايمين (Pancreozymin) والكوليستوكينين (Cholecystokinin) .

ويطلق على العواقب الكربية متلازمة الاغراق (Dumping Syndrome) .

ان الدخول الفجائي للطعام المفرط التناضح الى الصائم يمتص الماء من البلازما الى الامعاء بالتناضح مسببا تمعدا معويا ونفاد البلازما . واطافة الى التمدد البطني فان المريض يشكو من الدواخ (Giddiness) والغثيان (Faintness) والخفقان (Palpitations) .

البنكرياس – العصارة البنكرياسية

PANCREAS - PANCREATIC JUICE

البنكرياس هو غدة مفرزة خارجيّة (Exocrine Gland) وغدة صماوية (Endocrine Gland) . ووظيفته الافرازية الخارجية هو انتاج العصارة البنكرياسية والتي تدخل المفج سوية مع الصفراء . ووظيفته الصماوية هو انتاج الانسولين (Insulin) والكلوكاگون (Glucagon) . وان القصور في انتاج الانسولين بكميات وافية يؤدي الى السكري .

تحتوي العصارة البنكرياسية على التربسينوجين (Trypsinogen) والكيموتريبسينوجين (Chymotrypsinogen) والتي هي طليعة (Precursors) الخمائر المجزأة للبروتين التربسين والكيموتربسين. وينشط التربسينوجين بواسطة الاينتروكاينيز (Enterokinase) من الغشاء المخاطي للمفج. وينشط التربسين الكيموتريبسينوجين لتكوين الكيموتربسين.

وتحتوي العصارة البنكرياسية ايضا على الامايليز (Amylase) والمالتيز (Maltase) لهضم الكربوهيدرات واللايبيز (Lipase) لهضم الدهن.

ويكون الافراز البنكرياسي تحت سيطرة المبهم والعاملين الخلطيين (Humoral) السيكرتين (Secretin) والبنكريوزايمين (Pancreozymin) واللذان يحرران عند دخول الطعام الى المفج.

ان ورما في خلايا جزيرات لانكرهانس (Langerhans) للبنكرياس والتي تنتج مادة شبيهة بالكاسترين تسبب متلازمة سولينكر - اليسون (Zollinger-Ellison Syndrome).

الكبد - الصفراء

LIVER - BILE

ان الصفراء التي تتكون في الكبد تدخل المفج عن طريق قناة الصفراء (شكل ١١٦). وهي تحتوي على املاح الصفراء لاستحلاب الدهن واملاح الصفراء هي املاح الصوديوم لمركبات الكلايسين والتوريسين (Taurine) (احماض امينية) وحمض الكوليك (Cholic Acid) (حمض صفراوي). ولذا فانه يطلق عليها الكلايكوكولات والتوروكولات (Taurocholates). وكما رأينا سابقا فان املاح الصفراء هذه تحطم الدهون وتحوله الى قطرات دهنية صغيرة تمتزج مع الماء. ويمتص امتصاص املاح الصفراء في اللغائفي (Ileum) بالية تقل خاصة وتعود الى الكبد عن طريق الوريد البابي ومن ثم يعاد افرازها الى قناة الصفراء. ان املاح الصفراء تعيد دورانها بهذه الصورة حوالي ستة مرات في اليوم. والصفراء هي ايضا طريق الابراز لنواتج تحطيم خلايا الدم الحمراء بشكل بيليروبين وبيليغرين. وهي تعرف ايضا بصباغ الصفراء. وتحتوي الصفراء ايضا على الكوليستيرول (Cholesterol).



شكل ١١٦ - قناة الكبد والصفراء .

ان الصفراء تخزن وتركز في المرارة . وعند دخول المعجى اطعمة دهنية فانه يتحرر العامل الخلطي الكوليستوكينين (Cholecystokinin) (والذي يظهر انه مشابه للبنكريوزايمين) فيدور الى المرارة ويسبب تقلصها . ومن ثم تمر محتويات المرارة الى قناة الصفراء وتدخل بعد ذلك المعجى . وكذلك فان المرارة تتقلص كنتيجة لتنبيه المهيم وقد تترسب مكونات الصفراء في المرارة على شكل حصوات المرارة . فاذا ترسب الكوليستيرول تتكون عندئذ حصاة الكوليستيرول . وقد تحصل هذه على الاخص بعد التهاب المرارة (Cholecystitis) . وحصاة المرارة في المرارة غير ضارة نسبيا . وهي تكون مؤذية فقط عندما تمر على طول القناة الكيسية وتنحصر في القناة المشتركة للصفراء لتسبب اليرقان . ويكون اليرقان بسبب عدم قابلية الجسم لابرار البيليروبين لانسداد قناة الصفراء . ويزال هذا الانسداد جراحيا . وقد تنزل حصاة المرارة تلقائيا من قناة الصفراء الى المعجى حيث يختفي اليرقان في هذه الحالة .

الامعاء الدقيقة

SMALL INTESTINE

ان افراز العصارة المعدية في الامعاء الدقيقة هو بسبب وجود الطعام في ذلك الجزء من القناة الهضمية .

تنتج الامعاء الدقيقة الخمائر مالتيز (Maltase) والسوكريز (Sucrase) واللاكتيز (Lactase) لتحويل السكريات الثنائية الى سكريات احادية ومجموعة الخمائر الببتيدية (Peptidases) الايريسين (Erepsin) لاكمال تحطيم البروتينات الى الاحماض الامينية . وهذه الخمائر توجد اساسا في الخلايا المبطنه للامعاء . ومن المحتمل ان يتم التحطيم بعد امتصاصها الى هذه الخلايا

والامعاء الدقيقة تجهيز عصبي من الجهاز العصبي الودي واللاودي سوية . ولكن هذه الاعصاب لا تلعب اي دور في تحرير الخمائر الهضمية . ولكنها تلعب دورا مهما في تحرك الامعاء . فزيادة الفعالية اللاودية تسرع من حركة الامعاء ، بينما زيادة الفعالية الودية تقلل من حركتها . وهذه الحركات تتألف من تقلصات نواسية (Pendular) لجدار الامعاء يتبعها من حين لآخر حركة متحوية تحرك الغذاء على طولها . واذا ما توقفت الحركة فانه يطلق على تلك الحالة الجبج الشللي (Paralytic Ileus) . ويمكن معالجة هذه الحالة بزيادة فعالية الجهاز العصبي اللاودي باستعمال دواء مثل الكارباكلول (Carbachol) (احد مشتقات الاستيل كولين)

الامتصاص المعوي (Intestinal Absorption)

يتم امتصاص الطعام اساسا في الامعاء الدقيقة وجزء من هذه العملية هو انتشار من منطقة تركيز عال في تجويف الامعاء الى تركيز واطي في خلايا الامعاء والدم ، وجزء اخر هو انتقال فاعل بواسطة الخلايا فتؤخذ المادة كالسكر مثلا الى جهة واحدة من الخلية القريبة من التجويف وتنقلها خلال الخلية ثم تفرزها في شعريات الدم من الجهة الاخرى . ومثل نظام النقل هذا يستعمل المركبات الكيماوية كحوامل

وهناك حد الى كمية السكر التي تستطيع هذه الحوامل نقلها في زمن معين (انظر خلايا نبيبات الكلية) ان هذا النظام يتطلب طاقة والتي تستحصل من الايض في الخلايا المعوية

الامعاء الغليظة

LARGE INTESTINE

يمر الغذاء من خلال الصمام اللغائفي الاعسوري (Ileosacral Valve) الى الامعاء الغليظة وتدخل يوميا الامعاء الغليظة حوالي ٥٠٠ سم ٣ من المحتويات المعوية ويتناقص هذا الحجم خلال مرورها الامعاء الغليظة بسبب امتصاص الماء الى حوالي ١٥٠ سم ٣

ان الامعاء الغليظة ليست ضرورية للحياة وان القناء الهضمية يمكن انهاؤها بنهاية الامعاء الدقيقة (فقر اللفائفي Ileostomy)
ان البكتيريا التي تعيش في الامعاء الغليظة تجهز الجسم بمصدر للفيتامينات وعلى الاخص تلك التي من مجموعة ب والتي تمتص فتقلل من الحاجة لاخلد هذه الفيتامينات وبعد استعمال مضاد حيوي وسيع (صادة وسيع) فان هذه البكتيريا تتحطم وقد تحصل حالة نقص للفيتامين الا اذا اخذت كميات اضافية منها .

وتعمل الامعاء الغليظة كمضو خزن لتجميع مخلفات الطعام . ويسبب دخول الغائط الى المستقيم ، رغبة في التفوط . اضافة لذلك فان دخول الطعام الى المعدة يسبب تقلص القولون ورغبة في التفوط (المنعكس المعدي القولوني Gastrocolic Reflex) .

يتم التفوط بتأثير الجهاز العصبي اللاودي والذي يقلص هذا الجزء من الامعاء الغليظة ويرخي المصرة الشرجية الداخلية (Internal Anal Sphincter) . وفي الوليد ، فان التفوط منعكس مستقل ، ولكنه بعد حوالي السنة او اكثر قليلا ، فان المصرة الشرجية الخارجية (External Anal Sphincter) تكون تحت السيطرة الارادية وهنا لا يحدث التفوط الا اذا ارتخت هذه المصرة الخارجية . والمصرة الخارجية هذه تكون تحت سيطرة المراكز العليا . فاذا حدث لشخص تلف في الدماغ او الحبل الشوكي ، فقد تفقد سيطرة المراكز العليا هذه ، ويكون التفوط عندئذ منعكسا مستقلا يحدث عند دخول الغائط الى المستقيم

١٦ - الكبد

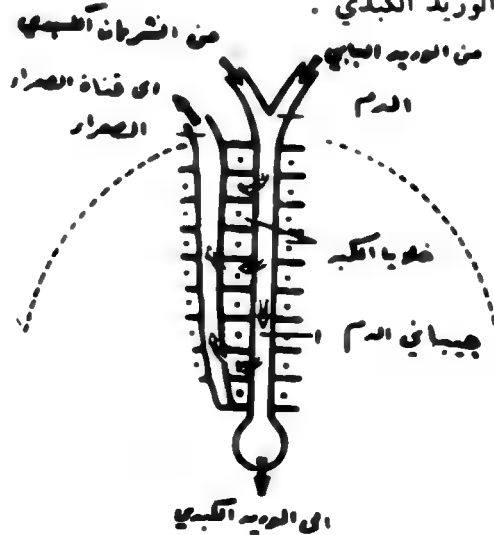
THE LIVER

ان الدم المائد من القناة المعوية يصل الكبد عن طريق الوريد البابي .
واضافة لذلك فان للكبد تجهيزا دمويا من الاثهر البطني عن طريق
الشريان الكبدي . ويمر دم هذين الوعائين من خلال الجيبانيات
(Sinusoids) المبطنة بخلايا الكبد في طريقه الى الوريد الكبدي

والكبد مرتب بشكل فصوص وتترتب خلايا الكبد في كل فصيص
بشكل شعاع العجلة حول وريد مركزي تابع للوريد الكبدي المؤدي الى
التجويف الوريدي الاسفل والجانب الايمن من القلب .

وعند مرور الدم من خلال هذه الجيبانيات ، فانه يكون في تماس
مباشر مع خلايا الكبد وذلك لانعدام الجدار الشعري . ويساعد هذا
المواد لكي تستخلص بسهولة من الدم بواسطة خلايا الكبد . وتمر بعض
المواد كصبغ الصفراء وتبرز في قناة الصفراء على الجانب الاخر من
الخلايا (شكل ١١٧)

ان جريان الدم الرئيس يكون من الوريد البابي . ويظهر بان اوعية
الشريان الكبدي تكون في الحالة الطبيعية مغلقة بمصرات وتفتح بفترات
متقطعة لمدة قصيرة من الوقت ترسل اثناءها دفقات من الدم من خلال
الجيبانيات الى الوريد الكبدي .



شكل - ١١٧ - مخطط لفصيص في الكبد . تكون خلايا الكبد مرتبة شعاعيا حول الوريد الكبدي المركزي .

وظائف الكبد

FUNCTIONS OF THE LIVER

الكبد ضروري للحياة . وهو المصنع الكيماوي للجسم وله وظائف عدة . وللسهولة فانها تجمع تحت العناوين التالية :-

- ١ - الدم
- ٢ - الطعام
- ٣ - المواد الغريبة

الدم :

يلعب الكبد دورا مهما في تكوين وتحطم خلايا الدم الحمراء ، فهو موضع تكون خلايا الدم الحمراء في الادوار الجنينية

وهو يخزن فيتامين ب١٢ والذي يمر عند الطلب الى نخاع العظم للانضاج الطبيعي لخلايا الدم الحمراء . ويبعد البيليروبين المتكون من تحطم خلايا الدم الحمراء من الدم ويبرزه من خلال قناة الصفراء في الصفج . واذا ما قصر هذا المسلك الابرزي ، فان البيليروبين يتجمع في الدم ويتكون من ذلك اليرقان .

وينتج الكبد بروتينات البلازما وعلى الاخص جزء الالبومين .

وهو يكون عوامل تجلط الدم ، سابق الخثرين ومنشئ الليفين .

الطعام :

١ - الكربوهيدرات - يلعب الكبد دورا مهما في ادامة مستوى الكلوكوز في الدم . فهو يتم ذلك بتحويل فائض الكربوهيدرات الى كلايكوجين الكبد وكذلك بتكوين الكلايكوجين من فائض البروتين والدهن . ويستعمل كلايكوجين الكبد هذا لادامة مستوى الكلوكوز الطبيعي في الدم اثناء استهلاك الكلوكوز . وان قصور الكبد او ازالته يؤديان الى هبوط مميت في مستوى الكلوكوز في الدم (نقص سكرية الدم) (Hypoglycaemia) .

ويحول الكبد الكالكتوز والذي يشتق من اللاكتوز (السكر الذي في الحليب) الى الكلوكوز . وتعكس الفدة البنية الثدية هذه الحديثة وتحول كلوكوز الدم الى الكالكتوز لتكوين اللاكتوز .

٢ - البروتين :

يكون الكبد اليوريا الناتجة من نزعنة فائض الاحماض الامينية . وهذا ما يمكن من استعمال جزء الكربون والهيدروجين للحرارة والطاقة .

وتبرز اليوريا في البول عن طريق الكلتيين . ويهبط مستوى اليوريا في الدم في حالة قصور الكبد في الوقت الذي يرتفع فيه مستوى الامونيا في الدم .

٢ - الدهن :

ان املاح الصفراء المنتجة من الكبد تلعب دورا مهما بالاتحاد مع لايبيز البرنكرياس في هضم وامتصاص الدهن . ويكون الكبد الاجسام الكيتونية اثناء تأييض الدهن في حالة انعدام ايض الكاربوهيدرات الكافي . وهو يخزن الفيتامينات الذوابة في الدهن (أ) و (د)

المواد الغريبة :

يلعب الكبد دورا مهما في تحوير الادوية كي يمكن ابرازها بسهولة بواسطة الكلتيين . وبعض المواد كالباربيتورات قصيرة التأثير تحطم كليا بواسطة الكبد . بينما تحول المواد الاخرى الى مواد اكثر ذوابة بالاقتران . فترطب مثلا الى الكلايسين (Glycine) او حمض الكلوكويورونيك (Glucouronic Acid) (احد مشتقات الكلوكوز) وحمض الكبريتيك او حمض الخليك .

ان فترة تأثير الادوية المنومة قد تطول اذا ما اعيق فعل ازالة السممة (Detoxication) في حالة مرض الكبد

ابراز البيلروبين :

ان ٢٠٠ ملغم من البيلروبين تتكون يوميا من تحطم الخلايا الحمراء . والبيلروبين غير ذووب في الماء . ويحفظ مذابا في البلازما وذلك باتحاده مع اح البلازما وهو في طريقه الى الكبد . ومركب البيلروبين - البروتين قبل الكبدي هذا لا يترشح بواسطة كبيبات الكلية . ولذا فان البيلروبين لا يظهر في البول في حالة فقر الدم الانحلالي (Haemolytic Anaemia) على الرغم من حدوث زيادة ملحوظة في تحطم الخلايا الحمراء وبالتالي في البيلروبين الدائر في مثل هذه الحالة .

وفي الكبد ، يبعد الاح ويستبدل بـحمض الكلوكويورونيك (حمض يتكون من الكلوكوز) . ويمسر البيلروبين - كلوكويوروناييد (Bilirubin-Glucouronide) الذووب في الماء من قناة الصفراء الى المعج كصباغ الصفراء للابراز في الفاظ . وفي الرقان الانسدادي (بسبب حصة المرارة الخ) ، فان هذا الشكل من البيلروبين بعد الكبدي يعاد امتصاصه الى الدم حيث يدور كبيلروبين - كلوكويوروناييد البلازما .

ان البيلروبين - كلوكويوروناييد بعد الكبدي يعطي فوراً لونا احمر عندما يحول الى مجموعة الازو الثنائية (Diazotized) مع حمض

السلفانيك (Acid Sulphanilic) وهو ما يعرف بالبيلروبين المباشر
التفاعل ويطلق على هذا الاختبار بتفاعل فان دين بـرك المباشر
(Direct Van Den Berg Reaction)

اما مركب البيلروبين - بروتين قبل الكبدى فانه يعطي هذا اللون
فقط بعد اضافة الكحول لابعاد الاح . ويطلق على البيلروبين قبل الكبدى
البيلروبين غير المباشر التفاعل (Indirect Reacting Bilirubin) .
ويسمى الاختبار بتفاعل فان دين بـرك غير المباشر
(Indirect Van Den Berg Reaction) .

اليرقان :

ان القصور في ابراز البيلروبين يسبب اليرقان . والسبب قد
يكون :-

١ - قبل الكبد - يرقان قبل الكبدى وهذا الشكل من اليرقان
يكون بسبب كثرة تحطم الكريات الحمراء اي حل الدم
(Haemolysis) .

وكمثال على ذلك هو اليرقان الملحي الذي يحدث في الوليد بعد فترة
قصيرة من الولادة بسبب سرعة تحطم الكريات الحمراء عندما تهبط من
سبعة ملايين الى خمسة ملايين كرية في المليمتر المكعب الواحد . ويحدث
شكل اشد حدة في حالة عدم تقارن ريزس ، وفي وقت لاحق من الحياة
مع فقر الدم الانحلالي

٢ - في الكبد نفسه - اليرقان الكبدي الخلوي
(Hepatocellular Jaundice) وهذا الشكل من اليرقان
يشمل اليرقان الحموي (Viral Jaundice) واليرقان المحدث
بواسطة الادوية والسُموم

ويظهر ان السبب في اليرقان الحموي هو اثنين من الحمات واحد
بفترة حضانة قصيرة (حمة ا) والذي يسبب التهاب الكبدي الخمجي
(Infectious Hepatitis) والآخر بفترة حضانة طويلة
(حمة ب) والذي ينتقل عن طريق نقل الدم ويسبب التهاب الكبد المصلي
(Serum Hepatitis) . ان حمة (ب) قد يكشف احيانا عند حامل
لمستضد مصاحب لالتهاب الكبد في الدم يعرف بمستضد اوستراليا
(Australia Antigen) . يجب على مثل هذا الشخص ان لا يكون
معطيا للدم وتفشي التهاب الكبد الحموي خطر كامن للمرضى
(Renal Haemodialysis Units) وللمؤولين في وحدات الانفاذ الدموي
الكلوية .

ان كثيرا من السموم بضمنها مبيدات الهوام ، والمذيبات مثل رابع كلوريد الكربون وسوائل التنظيف الجاف تتلف الكبد وقد تسبب اليرقان . ان الادوية على اختلاف انواعها مثل السلفا الطويلة التاثير (Long-acting Sulphonamides) ، ومثبطات المونوامين او كسيديز (Mono-amine Oxidase Inhibitors) ، ومرخيات العضلة والهالوئين (Halothane) ، والستيرويدات الابتنائية (Anabolic Steroids) قد يكون لها نفس التأثير عند المرضى المستعدين وتحدث اليرقان

٣ - بعد الكبد - اليرقان بعد الكبدى او الانسدادي . وهذا الشكل من اليرقان يشمل عادة انسداد القناة المشتركة للصفراء بسبب حشر حصاة المرارة او سرطان لرأس البنكرياس .

قصور الكبد او عدم الكفاية الكبدية
(Hepatic Insufficiency or Liver Failure) :

الكبد لازم للحياة فاذا ما قصر او ازيل يهبط مستوى الكلوكوز في الدم وهذا ما يؤدي الى نقص سكرية الدم المميتة الا اذا اديم مستوى الكلوكوز في الدم عن طريق نقل الكلوكوز داخل الوريد وتهبط يوريا الدم حيث ان الكبد هو الموضع الرئيس لتكوين اليوريا ولكنه تستمر نزمة فائض الاحماض الامينية فترتفع الامونيا في الدم ولا يبرز البيليروبين فيتكون اليرقان ولا تزال سمية اي دواء يعطى ولذا فيكون مفعوله اطول كثيرا

فرط التوتر البابي (Portal Hypertension) :

ان ارتفاع الضغط لاعلى من ١٠ ملم زئبق في الوريد البابي يطلق عليه فرط التوتر البابي وهو ينتج من تشمع (Cirrhosis) الكبد مما يسبب انسداد فروع الاوردة الكبدية داخل الفصيص . واحيانا فان العائق للعائد الوريدي عن طريق الكبد الى الجانب الايمن من القلب قد يكون بسبب خثار في الوريد البابي نفسه او الى بديله بواسطة كتلة كهفية من قنوات وريدية صغيرة

ان ارتفاع الضغط الوريدي البابي يؤدي الى الحبن (Ascitis) وفرط الطحالية (Hypersplenism) وقصور الكبد مع التسمم بالامونيا واليرقان وهو يميل لان يفتح مفاغرة بين الدورة الدموية النظامية والبابية مما تؤدي الى الدوالي (Varices) في النهاية السفلى للمرىء والجزء الاعلى من المعدة ان نرف دوالي المرىء قد يسبب قيء الدم (Haematemesis) ونادرا فان المفاغرة حول السرة قد

تؤدي الى حالة رأس المدوزا (Caput Medusa) • والمفاغرة حول
المستقيم تؤدي الى البواسير (Haemorrhoids) •

واحدى طرق المعالجة هو اجراء تحويلة بايصة اجوفية
(Portcaval Shunt) اي عمل مفاغرة جراحية بين الوريد البابي
والتجويف الوريدي الاسفل كي يهبط الضغط في الوريد البابي • ولكن
تجهيز الدم للكبد سيقل عندئذ وستقل بذلك قابليته لازالة الآمونيا من
الدوران والتسمم بالآمونيا قد يؤدي الى السبات (اعتلال الدماغ النظامي
البابي) (Systemic Encephalopathy) •

وكما رأينا فان الكبد قادر على تحويل الحمض الاميني الواحد الى
الآخر • فهو قادر مثلاً على ازالة مجموعة الامين من الحمض الاميني حمض
الكلوتاميك وربطها الى حمض البيروفيك (والذي ليس له مجموعة امينية)
مكونا حمضاً امينياً جديداً هو الالانين (Alanine) • والخميرة التي في
خلايا الكبد والتي تقوم بهذا التحويل تعرف باسم كلوتاميك - بيروفيك
ترانزأمينيز (Glutamic-pyruvic Transaminase) • وهذه
الخميرة تحرر في الدم عند تلف خلايا الكبد • وان مستوى مصل
الكلوتاميك - بيروفيك ترانزأمينيز (Serum Glutamic-pyruvic
Transaminase) هو احد التعمينات التي تجري عند الاشتباه بمرض
الكبد • وحيث ان نفس الخميرة تحول ايضا الالانين الى حمض الكلوتاميك،
فانها ايضا تسمى الالانين ترانزأمينيز (Alanine Transaminase) •

وهناك خميرة اخرى تعرف باسم اسبارتيك ترانزأمينيز
(Aspartic Transaminase) او كلوتاميك - اوكسالواسيتيك
ترانزأمينيز (Glutamic-oxaloacetic Transaminase)
تحول الحمض الاميني حمض الاسبارتيك الى حمض الكلوتاميك • وان
مستوى مصل الكلوتاميك - اوكسالواسيتيك ترانزأمينيز
(Serum Glutamic-oxaloacetic Transaminase) يرتفع في
حالة مرض الكبد وبعد خثار الاكليلي (حيث انه يحرر ايضا من العضلة
القلبية النافقة) •

مرض الكبد وتكوين بروتين البلازما :

ان نمط الترحيل الكهربائي (Electrophoretic Pattern)
لبروتينات البلازما تظهر خمسة اشربة الاح ، الفا ، كلوبولين ، الفا
كلوبولين ، بيتا كلوبولين وكاما كلوبولين • وعند مرض الكبد فانه يقل
تكون بروتينات البلازما • ويضعف انتاج الاح الى حد اكثر من الكلوبولين

(والذي يصنع خارج الكبد أيضا) ، ولذا فان مستوى الكلويولين قد يزيد على الاح في البلازما وهذه التغيرات تظهر جلية على نمط الترحيل الكهربائي .

ويتاثر عاملا التجلط منشىء الليفين وسابق الخثرين ونقصهما قد يقلل من قابلية الدم للتجلط .

ان نقص الاح قد يؤدي الى الخرب .

١٧ - الهرمونات

HORMONES

ان فعالية اعضاء مختلفة في الجسم يسيطر عليها بطريقتين :-
فالجهاز الاول للسيطرة يتم عن طريق الهرمونات . وهذه مواد كيميائية تنتج من الغدد الصماء والتي تدور في الجسم وتتحور من فعالية الاعضاء البعيدة . وجهاز السيطرة الثاني يكون بواسطة النبضات العصبية المنقولة خلال الاعصاب . وبعض الاعضاء تكون تحت تأثير الاعصاب والهرمونات معا في آن واحد . فالقلب مثلا ، هو تحت تأثير النبضات العصبية التي تمر من خلال المبهم والاعصاب الودية وكذلك الهرمونات النورادرينالين والادرينالين المتحرران كهرمونات من لب الكظر .

مقدمة الاصطلاح الهرمون :

في عام ١٩٠٢ بينما كان بايليس (Bayliss) وستارلنك (Starling) يدرسان السيطرة على افرازات المعدة وجدا الفشاء المعدي المخاطي يحتوي على مادة عند زرقها داخل الوريد تسبب افراز العصارة البنكرياسية . وقد اظهرا بان هذه المادة التي سميت بالسكرتين (Secretin) تنحدر في الدم عند دخول الطعام الى الامعاء الدقيقة . وبعد مناقشات مع زملاء في كمبردج اطلق اسم الهرمون (من الاغريقية hormao اي يستفز) على مثل هذه المواد التي تدور في الدم وتحدث تأثيرا في عضو بعيد .

وقد حددت هذه الكلمة حديثا على المواد المنتجة من الغدد الصماء على الرغم من ان عوامل السبيل الهضمي الخلطية (السكرتين، الكاسترين، والبنكريوزايمين) هي هورمونات بحتة .

الغدد الصماء

ENDOCRINE GLANDS

ان الغدة المفروزة في الجسم تقسم الى قسمين فتلك التي تخرج افرازاتها من خلال قنوات كالغدد العرقية والغدد اللعابية تسمى بالغدد المفروزة الخارجية . اما تلك التي ليست لها قنوات وتخرج افرازاتها الى الدم فيطلق عليها بالغدد الصماء .

والغدد الصماء هي :-

النخامية
الدرقية
اربعة جنيب الدرقية
اثنان كظرية (فوق الكلية)
اثنان قند (المبيضان في الانثى والخصيتان في الذكر) .
السخذ اثناء الحمل

البنكرياس - وهو غدة صماء مزدوجة احدها تنتج الانسولين
والثانية مفرزة خارجية تنتج العصارة البنكرياسية .

الفدة النخامية

THE PITUITARY GLAND (HYPOPHYSIS)

تقع الفدة النخامية في تجويف عظمي في قاعدة الجمجمة يسمى
بالحفرة النخامية (Pituitary Fossa) . والفدة معلقة من تحت
المهاد بواسطة سويق النخامية . وتتكون الفدة النخامية من جزأين
النخامية الخلفية (Posterior Pituitary) او النخامية العصبية
(Neurohypophysis) والنخامية الامامية (Anterior Pituitary)
او النخامية الغدية (Adenohypophysis) . وكلا الجزئين يتطور بصورة
منفصلة وبعدها يلتحمان . والنخامية الخلفية هي نمو من اسفل الدماغ ،
بينما تبدأ النخامية الامامية من اعلى الفم والتجويف الانفي . وسننظر في
كلا الجزأين اللذين لهما وظائف مختلفة تماما .

الفدة النخامية الخلفية

THE POSTERIOR PITUITARY GLAND

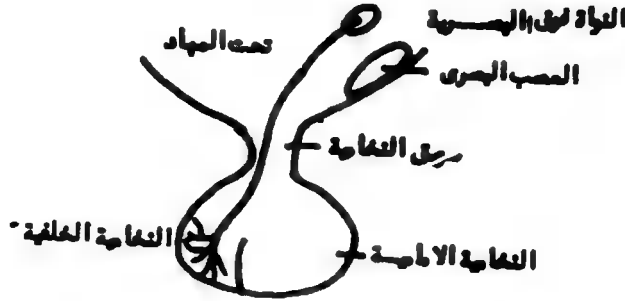
تتركب النخامية الخلفية بصورة رئيسة من نسيج عصبي . وتنشأ
خلال هذه الاعصاب من النواة فوق البصرية (Supra-optic Nucleuss)
والنوى المحيطة بتحت المهاد . وتنزل الالياف العصبية من خلال سويق
النخامية لتنتهي في النخامية الخلفية نفسها (شكل ١١٨)

ان تصالب (Chiasma) العصب البصري يقع مباشرة امام الفدة
النخامية ، ولذلك فان ورم هذه الفدة قد يؤدي الى فقد الساحة
البصرية ، او الى العمى التام بسبب الضغط على العصب البصري .

تنتج النخامية الخلفية هورمونات :

١ - هورمون زارم (Antidiuretic Hormone) (فازوبرسين) .

٢ - هورمون معجل الولادة (او كسيتوسين)



شكل ١١٨- ان هورمونات النخامية الخلفية تكون وتحرر بواسطة الاعصاب النازلة في سوق النخامية . وتنشأ هذه الاعصاب في تحت المهاد فتكون السبيل تحت المهاد - النخامي . ان هذا التحرير للهورمونات بواسطة الاعصاب هو مثال للجهاز المفرز العصبي .

الهورمون الزارم (Antidiuretic Hormone) :

الهورمون الزارم بيتايد صغير يتكون من تسعة احماض امينية . ووظيفته تنظيم اعادة امتصاص الماء بواسطة نيببات الكلية

ان زرق كميات كبيرة من الهورمون الزارم يسبب فرط التوتر بسبب فعله الثقلي الوعائي على الاوعية الدموية ، فهو لذلك مادة موترة وعائية (Vasopressor Substance) ولهذا السبب يسمى بالفازوبرسين (Vasopressin) . وعلى كل حال فانه ليس هناك من دليل على ان للمستويات الطبيعية الدائرة للهورمون الزارم اي تأثير على ضغط الدم ولكن لها تأثير ملحوظ في زيادة حجم البول .

ان تحرير الهورمون الزارم يكون تحت تأثير المهاد

والهورمون نفسه يتكون بواسطة الاعصاب التي تمر من تحت المهاد الى النخامية الخلفية ، وهو يتحرر استجابة للنبضات العصبية . وهذا ما يشكل جهاز سيطرة اي خليطا من الجهاز العصبي والهورموني ويطلق عليه الجهاز المفرز العصبي .

وتحرير الهورمون الزارم ينظم بكمية الماء في الدم . فكلما قلت كمية الماء الموجودة في الدم ، كلما ازداد الضغط التناضحي المسلط من قبل محتوياته . وتوجد مستقبلات التناضح في منطقة الشرايين المجهزة لتحت المهاد ، حيث تكون حساسة للضغط التناضحي فهي تقيس الضغط التناضحي للدم وترسل نبضات عصبية الى النواة فوق البصرية لتحت

المهاد وان فعالية اعصاب مستقبلات التناضح تنظم فعالية الالياف العصبية النازلة من تحت المهاد الى عقدة النخامية الخلفية (السبيل تحت المهاد النخامي) .

واذا حدث نقص في ماء الجسم فانه تحرر كمية اكبر من الهرمون الزارم وهذا ما يزيد من اعادة امتصاص الماء بواسطة نيبات الكلية وبذا تقل كمية البول المتكونة .

واذا كان هناك فائضا من الماء في الجسم يهبط مستوى الهرمون الزارم وتقل كمية الماء المعاد امتصاصها بواسطة النيبات فتزداد كمية البول المنتجة .

واذا قصرت النخامية الخلفية عن انتاج هرمون الزرام يحدث البوال التفه (Diabetes Insipidus) ويكون الشخص عطشا بصورة شديدة وتنتج كميات كبيرة من البول .

وبعد ازالة الغدة النخامية (قطع النخامية Hypophysectomy) فان المريض سيحتاج الى معالجة تعوضه عن جميع هورمونات النخامية الامامية ولكنه لن يظهر البوال التفه . والمظنون في هذه الحالة ان هرمون الزرام يستمر على التكون بواسطة تحت المهاد وسويق النخامية .

هورمون معجل الولادة (الاوكسيتوسين) :

يختلف هورمون معجل الولادة (Oxytocin Hormone) عن هورمون الزرام في اثنين فقط من احماضه الامينية التسعة . وهذا الهرمون مهم فقط في النساء الحوامل . وله وظيفتان :-

١ - يقلص رحم الحامل .

ان تحرير الاوكسيتوسين من الغدة النخامية الخلفية هو احد العوامل المصاحبة لبداية ولادة الطفل . وان الزرق الوريدي للاوكسيتوسين المركب هو احدى الطرق لبده هذه الحديثة .

٢ - وهو يساعد في قذف الحليب اثناء الارضاع .

الغدة النخامية الامامية :

تكون الغدة النخامية الامامية (النخامية الخلفية) من نسيج غدى (Glandular Tissue) . وعند فحصها نسيجيا نشاهد ثلاثة انواع من الخلايا بعد تلوينها بالايوسين (صبغة حامضية حمراء) وبصبغة قلوية

زرقاء . فخلايا النخامية الامامية التي تأخذ صبغة الايوسين تسمى خلايا
الفا (خلايا حمضة Acidophil Cells) .

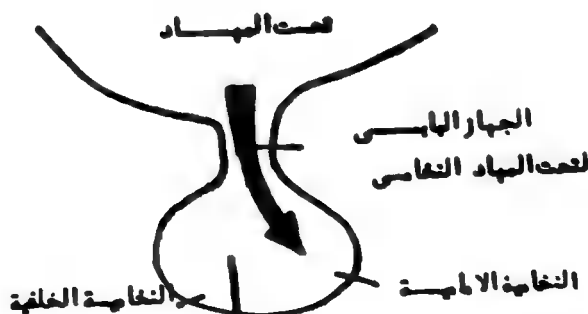
وتسمى الخلايا التي تصطبغ بالصبغة القلوية بخلايا بيتا (خلايا
قعدة Basophil Cells) . وتسمى بقية الخلايا التي تبقى دون
تلوين بالخلايا النافرة من الصبغ (Chromophobe Cells) .

وعلى الرغم من انه يظهر ان الغدة النخامية الامامية يسيطر عليها
بواسطة تحت المهاد ، فلا توجد هناك امصاب تنج من تحت المهاد الى
النخامية الامامية كما هل الحال من تحت المهاد الى الغدة النخامية
الخلفية . والالية التي تتم بها هذه السيطرة قد حلت من قبل تلميد طب
هنغاري اسمه بوبا (Popa) . فقد وجد في عام ١٩٣٠ جهازا بابيا ينتج
نزولا نحو سويق النخامية من شعريات في تحت المهاد عن طريق الاوردة
البابية الى شعريات في النخامية الامامية (كالوريد البابي الذي يحمل
الدم من شعريات السبيل الهضمي الى الكبد) .

وتزداد الادلة التجريبية التي تسند هذه الفرضية بان كل واحد من
هورمونات النخامية الامامية مسيطر عليه بواسطة عامل تحرير تحت
المهادي (Hypothalamic Releasing Factor) والذي يمر
من خلال هذا الجهاز تحت المهاد - النخامي البابي ، وينظم تحرير هورمون
النخامية الامامية في الدورة الدموية العامة (شكل ١١٩) .

هورمون النمو البشري (ه.ن.ب) (Human Growth Hormone) :

ان هورمون النمو البشري الذي يتحرر من النخامية الامامية هو
الهورمون الذي ليس له عضو خاص يهدف اليه ولكنه يؤثر في جميع
اسجة الجسم بصورة عامة . وتحريره يكون تحت سيطرة عامل تحرير



شكل ١١٩ - يفن ان السيطرة على النخامية الامامية يتم بواسطة
عوامل تحرير تمر من تحت المهاد الى الغدة عن طريق
اوردة تحت المهاد - النخامية البابية .

هورمون النمو البشري تحت المهاد . ولقد تم فصله الان ووجد انه يتكون من بيتايد ذو عشرة احماض امينية .

وينبه هورمون النمو البشري اثناء دور الطفولة نمو العظم والنسيج العظمي وبذلك فهو يعين القامة . وزيادة فعاليته تؤدي الى زيادة النمو (المعلقة Gigantism) . اما قلة فعاليته فتؤدي الى تاخير النمو (القزامة Dwarfism) . ولا يظهر انه ضروري لنمو النسيج العصبي ولذلك فان اقزام النخامية (على غير اقزام الدرقية او القمى) يكونون عادة ذوو نمو عقلي طبيعي . وهم قصار القامة . ويدخل في هذه الطائفة كثير من قصار القامة في السيرك .

ومثل هذه المعالجة محدودة في الوقت الحاضر وذلك لان هورمون النمو البشري هو بروتين لا يوجد بشكل تركيبى . وهو خاص بالنوع وهذا يعني بان هورمون النمو من الحيوان لا يمكن استعماله . والمصدر الوحيد هي نماذج الغدد النخامية البشرية المأخوذة بعد الموت ، وان علاج طفل واحد يقتضي ٤٠٠ غدة لمدة ١٨ شهرا .

وفي سن ١٨-٢٤ فان مشاشات (Epiphysis) العظام الطويلة تلتحم مع العمود (Shafts) ولذا لن يكون بعد ذلك بالامكان النمو اطول من ذلك . ان ورما في الغدة النخامية الامامية والذي يسبب انتاج كمية كبيرة من هورمون النمو بعد البلوغ ، سوف لن يزيد من طول القامة ، وان عظام اليدين والقدمين والجمجمة لن تفقد قوة النمو فيشكو المريض من ان يديه وقدميه تكبران بحيث لن يستطيع لبس قفازيه واحذيته . وان زيادة النمو في عظام الوجه تسبب تشوه الوجه ويطلق على هذه الحالة ضخامة الاطراف (Acromegaly) .

وهناك دليل على ان مستوى واطيء من هورمون النمو البشري يحرر في البالغين الطبيعيين ويلعب دورا في ايض الدهن .

الهورمونات النخامية المحرصة (Pituitary Trophic Hormones) :

ان الهورمونات الباقية المنتجة من النخامية الامامية هي الهورمونات المحرصة (Trophic Hormones) والتي تنظم فعالية الغدد الصماء الاخرى وهي :

- ١ - الهورمون المدرق (Thyrotrophic Hormone) ويعرف ايضا بالهورمون منبهِه الدرقية (هـ . م . د) (Thyroid Stimulating Hormone) ويسيطر هذا الهورمون على الغدة الدرقية .

٢ - الهورمون محرض قشرة الكظر (Adrenocorticotrophic Hormone) والذي يسيطر على قشرة غدة الكظر .

٣ - الهورمونات المحرزة القندية (Gonadotrophic Hormones)

وهي ثلاثة هورمونات : هورمون منبهه الجريب (Follicle Stimulating Hormone) والهورمون المصفر (Luteinizing Hormone) ، والهورمون محرض الجسم الاصفر (Luteotrophic Hormone) (البرولاكتين (Prolactin) . وتسيطر هذه الهورمونات على القند او الغدة الجنسية . وهذه هي المبايض في الانثى والخصيتين في الرجل .

الهورمون منبه الدرقية (ه.م.د) ، الهورمون الدرقي :

ان الهورمون منبه الدرقية الذي ينتج بواسطة الغدة النخامية الامامية يؤثر على الغدة الدرقية في الرقبة وينبه تحرير هورمون الدرقية، الثايروكسين . وان تحرير (ه.م.د) بواسطة النخامية الامامية هو تحت سيطرة عامل تحرير ه.م.د من تحت المهاد . وعامل تحرير ه.م.د هو بيتايد من ثلاثة احماض امينية والذي تم فصله وتركيبه واستعماله في فحص وعلاج المرضى .

ومستوى الثايروكسين في الدم يؤثر على النخامية الامامية وتحت المهاد لتقليل فعاليتها . وهذا يشكل التغذية الاسترجاعية (Feedback System) التي تميل الى ادامة مستوى ثابت من الثايروكسين في الدم (شكل ١٢) .

الغدة الدرقية (Thyroid Gland) :

ان هورمون الثايرويد ، الثايروكسين ، ينبه الايض . فهو يؤثر على جميع خلايا الجسم ويزيد من السرعة التي يستعمل فيها الطعام ويحول الى حرارة وطاقة .

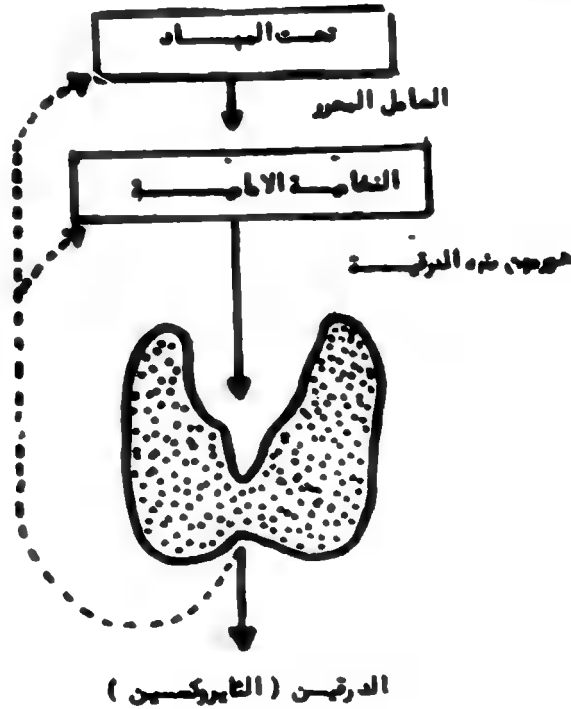
ان الثايروكسين هو حمض اميني يحتوي على اربع ذرات من اليود ويعرف كيميائيا برابع ابيدات الثايرونين (Tetra-iodothyronine) . والمركب المماثل له الذي يحتوي على ثلاث ذرات من اليود هو اكثر فعالية، ويظهر ان من المحتمل تحول الثايروكسين الى هذا المشتق ذو الثلاث ذرات من اليود اي ثالث ابيدات الثايرونين (Tri-iodothyronine) قبل تأثيره .

ان غدة الثايرويد هي الوحيدة بين الغدد الصماء بكونها تخزن هورموناتا بشكل غروان (Colloid) في حويصلات صغيرة في الغدة . بينما

تخزن الغدة الصم الأخرى هورموناتها داخل خلاياها نفسها . ويسمى هذا الفروان بالكليوبولين الدرقي (Thyroglobulin) . ويتحكم الكليوبولين الدرقي بواسطة خمرة مجزأة للبروتين محررة الثايروكسين . ويدور هورمون الثايروكسين في الدم متحدا مع بروتين (الفالكوبولين ، Alpha Globulin) .

ان تكون الثايروكسين بواسطة الغدة الدرقية يتطلب اليود في القوت ويوجد اليود في ماء البحر والمناطق التي حول البحر حيث تستعمل اعشاب البحر كسماد للزلة لا يكون في قوتها نقص في اليود . اما المناطق البعيدة عن البحر فانه قد يظهر نقص اليود ، الا اذا اضيف الى القوت . واحسن طريقة هو اضافة املاح اليود الى ملح المائدة .

ويطلق على تورم الغدة الدرقية بالدراق (Goitre) . فاذا كان



شكل - ١٢ - ان الغدة الدرقية يسيطر عليها بواسطة الهرمون منبه الدرقية (ه.م.د) من النخامية الامامية . وهذا التحرير (ه.م.د) يكون بدوره تحت تأثير عامل تحرير ه.م.د من تحت المهاد ان الثايروكسين يشبط تحرير ه.م.د وعامل تحرير ه.م.د .

هناك نقص في يود القوت فانه ينتج دراق نقص اليود . وهذا يصاحب بقلة فعالية الغدة . وقد يكون الدراق بسبب الورم . واذا كان هذا الورم ينتج كميات كبيرة من الثايروكسين فانه سيصاحب زيادة فعالية الغدة (الدراق الانسملي الدرقي Thyrotoxic Goitre) .

قلة فعالية الغدة الدرقية (Underactivity of the Thyroid Gland)

اذا قلت فعالية الغدة الدرقية (نقص الدرقية Hypothyroidism) فانه سيهبط مستوى الثيروكسين الدائر في الدم وسيكون هناك نقص في ايض الجسم .

وفي الطفل فان هذا النقص في الايض سيؤدي الى حدوثيات التطور مؤديا الى قزم عاجز متاخر عقليا يعرف بالقزم (Cretin) .

ويطلق على الحالة عند البالغ بالخرب المخاطي وتنخفض درجة الحرارة وتقل سرعة القلب وتكون فعالية الدماغ بطيئة اضافة الى ترسب مادة شبيهة بالسائل تحت الجلد والتي تعطي اسم هذه الحالة (Myxa مخاط ، Oidema = خرب) .

ويصبح الجلد غليظا وخشنا . ويخف الشعر على الحاجبين والشوى (Scalp) وينتفخ الوجه والجفنين .

وتعالج حالة الخرب المخاطي بتناول الثيروكسين من طريق الفم . فهو مركب كيميائي ثابت وليس كالهورمونات التي هي بروتينات ، اذ انه لا يتلف بالمصارات المعوية .

زيادة فعالية الغدة الدرقية (Overactivity of the Thyroid Gland) :

اذا كانت الغدة الدرقية ذات فعالية زائدة (فرط الدرقية Hyperthyroidism) فان السرعة الابضية تزداد ، وتزداد الحرارة المنتجة ويصبح الجلد حارا ومعرقا . ويضرب القلب بسرعة اعلى وتستمر هذه الزيادة اثناء النوم . وعلى كل فانه قد يكون من الصعب تعيين سرعة النبض اثناء النوم حيث ان الدماغ في تلك الحالة يكون منبها بتأثير الثايروكسين مما يجعل الشخص في حالة نوم خفيف . وان زيادة استفازية العضلة القلبية قد تؤدي الى تكون نواظم شاردة في الاذنين مؤدية الى الرجفان الاذيني .

الانسمام الدرقي (Thyrototoxicosis)

هو الاصطلاح الذي يطلق عندما يكون الشخص في حالة فرط

الدرقية مريضا سر ربا بهذه الحالة ، والتنبيه العقلي يجعل المرضى في حالة عصبية ، ومثارة ويكون من الصعب العناية بهم . وبسبب هذه الحقيقة فان الطعام يتحول بسرعة الى حرارة ، وغالبا ما يفقد المرضى وزنهم على الرغم من ازدياد شهيتهم للاكل .

وتعالج حالة الانسمام الدرقي اما طبيا او جراحيا . والادوية مثل الميثيمازول (Methimazole) والكاربيمازول (Carbimazole) تمنع الغدة من اخذ الاوكسجين وبذلك تقلل تكوين الثيروكسين . وعلى كل فقد يزداد حجم الغدة اثناء هذه المعالجة ، واذا امتدت الغدة الى الصدر خلف القص ، فان هذا التوسع الغدي قد يضغط على الرغامي مؤديا الى انسدادها .

وقد تعالج حالة الانسمام الدرقي عند مريض كبير في السن باستعمال اليود المشع حيث يؤخذ عن طريق الفم . فيدخل مجرى الدم ويؤخذ انتخبيا بواسطة الغدة الدرقية وتحطم الاشعاعية النسيج الغدي وبذا تقلل من تكوين الثيروكسين . وتكون المعالجة الجراحية من ازالة معظم الغدة (شق الدرقية الجزئي Partial Thyroidectomy) . والعادة ازالة اكثر ما يمكن ، لا اقل ما يمكن من الغدة حيث ان اي حدوث للخرب المخاطي يمكن علاجه باعطاء الثيروكسين عن طريق الفم . وتكون الغدة في حالة الانسمام الدرقي وعائية للغاية وهذا ما يجعل وقف النزف صعبا للغاية من الناحية العملية . وعلى كل فانه يمكن تقليل الوعائية وذلك باعطاء جرعة من اليود خلال الاسبوع الذي يسبق العملية ولا تعرف طريقة فعله ولكنه يعطى كهوادة وقتية من الانسمام الدرقي . واذا ما اريد تأجيل العملية لاي سبب كان فان اليود عندئذ سيتوقف عن التأثير وسيكون من الضروري ارسال المريض الى بيته لسته اشهر حيث يكون بعدها العلاج باليود فعلا مرة اخرى .

الوراق الجحوظي (Exophthalmic Goitre) :

غالبا ما يكون للمريض بالانسمام الدرقي تعبير قلق محقق . وذلك بسبب جحوظ كرة العين . وهو على الاخص محتمل حدوثه اذا ما كان الانسمام الدرقي يسبب زيادة فعالية النخامية الامامية (والتي قد يكون سببها نفسا زيادة فعالية تحت المهاد شكل ١١٩) . ولا يظهر ان الجحوظ يكون بسبب زيادة هورمون منبه الثيروكسين ، بل لمادة لم تعين بعد من النخامية الامامية تعرف بمادة الجحوظ (Exophthalmic Substance) .

الثيروكسين للنحافة (Thyroxine for Slimming) :

لقد استعملت حبوب الثايرويد (Thyroid Tablets)

عن طريق الفم لعلاج السمنة . فاذا كانت المتطلبات السعيرية لشخص ٢٢٥٠ سعرة كبيرة في اليوم وهو يتناول ٢٥٠٠ سعرة كبيرة ، فان المأخوذ سيزيد على المطلوب ، ولذا يترسب الدهن تحت الجلد مؤديا الى السمنة . ولكنه اذا ما زادت المتطلبات السعيرية الى ٢٧٥٠ سعرة كبيرة في اليوم وذلك بتناول حبوب الثيروكسين ، فان المأخوذ في هذه الحالة سيكون إقل من المطلوب ، وسيستعمل دهن الجسم . وفي كل الاحوال فانه يجب الحذر من ان زيادة الثيروكسين في الدم لا تؤدي الى الرجفان الاذيني .

فحص فعالية الدرقية (Investigation of Thyroid Activity) :

حيث ان فعالية الغدة الدرقية تؤثر على الايض ، فان تعيين معدل الايض تحت الظروف القاعدية (معدل الايض الاساسي) ، يعطي دليلا على فعالية الدرقية . يكون مستوى الكولسترول واطنا في الانسمام الدرقي (١٠٠ ملم في كل ١٠٠ سم^٣) وعاليا في الخبز المخاطي (٦٠٠ ملم في كل ١٠٠ سم^٣) . والمستوى الطبيعي هو ٢٠٠ ملم من الكولسترول في كل ١٠٠ سم^٣ من الدم . ويقلل الثايروكسين من مستوى الكولسترول وذلك بزيادة الكولسترول في الصفراء .

ان مستوى الثيروكسين في البلازما من الصعب قياسه سريريا فاذا لم تيسر الوسائل اللازمة فانه يمين عندئذ اليود المقيد مع البروتين (Protein Bound Iodine) . بدلا من ذلك حيث يستعمل كدليل لفعالية الدرقية ان اليود المقيد مع البروتين هو مقياس للثيروكسين زائدا مركبات اليود البروتينية الاخرى . وهو لا يشمل ثالث ابيدات الثايرونين (Tri-iodothyronine) الدائر والذي ليس ببروتين مقيد . ان اليود المقيد مع البروتين يكون عاليا في حالة الانسمام الدرقي وواطنا في الخبز المخاطي .

ان فحص فعالية الدرقية قد سهل باستعمال المشعة للسود . ويستعمل اثنان ، اليود ١٣٢ والذي له حياة قصيرة جدا (نصف الحياة ساعتين) ثم اليود ١٣١ والذي نصف حياته ثمانية ايام ولا يستطيع الجسم التميز بين هذين النظيرين لليود الطبيعي ، فان جميعها تتحد مع الثيروكسين بنسبة وجودها في الدم .

ان النظائر المشعة لها ميزة هو امكانية قياسها عن طريق اشعاعها فان جرعة فمية من اليود المشع تعطي تركيزا قابلا للقياس في منطقة الرقبة بعد اربع ساعات وهذا ما يمكن قياسه باستعمال مسجل اشعاعي خارجي . ان المأخوذ يكون عاليا في حالة الانسمام الدرقي وواطنا في حالة

الخزب المخاطي .

ان سرعة نفضه الكاهل تعود الى فعالية الدرقية .

الغدد جنيبات الدرقية

THE PARATHYROID GLANDS

على الرغم من ان الغدد جنيبات الدرقية لا يسيطر عليها بواسطة النخامية الامامية ، ولكننا سندرسها هنا بسبب انها تعود فلجيا وتشريحا الى الغدة الدرقية .

وهناك اربعة غدد جنيبات الدرقية مطبورة في الغدة الدرقية وهي تنتج هورمون جنيب الدرقية (باراثورمون Parathormone) والذي يديم مستوى الكالسيوم في البلازما على عشرة ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم ٣ من البلازما . ولا يوجد اي كالسيوم في كريات الدم الحمراء ولهذا السبب فان مستوى الكالسيوم في البلازما هو الذي ينظر اليه عادة وليس مستوى الكالسيوم في الدم .

ان مستوى الكالسيوم في الدم هره ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم ٣ من الدم .

ان دور فيتامين (د) في تنظيم مستوى الكالسيوم في البلازما قد تم بيانه فيما سبق .

زيادة فعالية الغدة جنيب الدرقية

: (Overactivity of the Parathyroid Glands)

بسبب وجود ورم جنيب الدرقية والذي ينتج بفعالية هورمون جنيب الدرقية (فرط جنيب الدرقية Hyperparathyroidism) فانه سيرتفع مستوى الكالسيوم في البلازما الى ٢٠ ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم ٣ من البلازما . وهذا الكالسيوم قد اتي من العظم وهو حتما سيزر من الجسم في البول ، مما يجعل العظام مسامية مخلخلة يؤدي بها الى الكسر المتكرر .

ويكتشف التخلخل من قلة عتامة الاطراف الى اشعة اكس عند مقارنتها مع طرف طبيعي . وتعتمد كافة فلم اشعة اكس على محتوى الكالسيوم في العظم . ولكنها كذلك تعتمد على فترة التعريض وفترة الاظهار الفوتوغرافي . وللمقارنة فانه من العادة ان يصور عضو المريض مع عضو طبيعي جنباً الى جنب وتقارن بعد ذلك كافة الظلن . ولذلك فان

فلما باشعة اكس لمريض يظهر فراعين اسيرين لن يكون شيئاً شاذاً ، ولكنه يظهر حالة اشتباه بورم جنب الدرقية .

تكون العظام من البروتين الذي تقوى بترسب هيدروكسي ايتيت الكالسيوم (Calcium Hydroxyapatite) . وهذا ملح للكالسيوم يتركب من هيدروكسيد الكالسيوم وفوسفات الكالسيوم . وفي الظروف الطبيعية فان العظم يتحطم باستمرار ويماد تكوينه تبعا لتغير الجهود الميكانيكية . فيتكون العظم الجديد بواسطة خلايا بانية العظم (Osteoblast cells) بينما يبعد العظم القديم بواسطة خلايا ناقطة العظم (Osteoclast Cells) .

قلة فعالية الغدة جنب الدرقية

: (Underactivity of the Parathyroid Gland)

ان قلة فعالية الغدة جنب الدرقية (نقص جنب الدرقية Hypoparathyroidism) يؤدي الى هبوط الكالسيوم في البلازما . وهذا الهبوط يؤدي الى زيادة استغزائية الاعصاب والملتقى العصبي العضلي (Neuromuscular Junction) ويؤدي اخيرا الى التكرز (Tetany) اذا ما هبط الكالسيوم في البلازما الى اقل من ٦ ملغم من الكالسيوم في كل ١٠٠ سم ٣ من البلازما ويطلق على شنج اليدين والقدمين (شنج الكف والقدم Carpopedal Spasm) وازافة لذلك فقد يكون هناك شنج حنجري (Laryngeal Spasm) . وان زيادة استغزائية الخلايا العصبية في الدماغ قد يسودي الى الاختلاجات (Convulsions) .

ان زيادة الاستغزائية العصبية يمكن اكتشافها في مرحلة مبكرة وذلك بالنقر على العصب الوجهي عند تقاطعه في زاوية الفك (علامة شفوزتك التكرز الكامن Chvostek's Sign of latent Tetany) فاذا كان مستوى الكالسيوم في البلازما واطنا ، فان عضلات الوجه في ذلك الجانب ستنتفض . وكذلك فان عصر الفراغ او استعمال كفة مقياس ضغط الدم سيسبب شنجا في الساعد مع تمد الاصبع الوسطي والسبابة (علامة تروسو للتكرز الكامن Trousseau's Sign of latent Tetany) .

ان نقص جنب الدرقية قد يتبع عملية قطع الدرقية الجزئي ، وانه غالبا ما تزال ثلاث غدد جنب الدرقية اثناء هذه العملية وقد تتأثر الغدة الرابعة من جراء العملية وتكون نتيجة ذلك انخفاض فعالية جنب الدرقية .

وعلاج حالة نقص جنب الدرقية هو برفع مستوى الكالسيوم في

الدم . واذا اعطي الكالسيوم عن طريق الفم فانه سيتطلب الامر تناول كمية كافية من فيتامين (د) وذلك لامتصاصه والاستفادة منه .

الكالسيتونين

CALCITONIN

وهناك هورمون ثاني يؤثر على الكالسيوم في البلازما كان المعتقد انه ينتج من قبل الغدة جنيب الدرقية . لكنه ثبت الان بان هذا الهورمون ينتج بصورة رئيسة ان لم يكن بصورة تامة بواسطة الغدة الدرقية ويطلق على هذا الهورمون اسم الكالسيتونين او الثايروكالسيتونين (Thyrocalcitonin) وان فعل هذا الهورمون هو تخفيض الكالسيوم في الدم وذلك عن طريق حصره في العظم . وان اهميته السريرية لم تقيم بعد .

الغدة الكظرية

THE ADRENAL GLANDS

هناك غدتان كظريتان (فوق الكلية) تقع على المظهر العلوي لكل كلية . وكل غدة كظر تتكون من لب مركزي (Central Medulla) وقشرة خارجية (Outer Cortex) .

لب الكظر

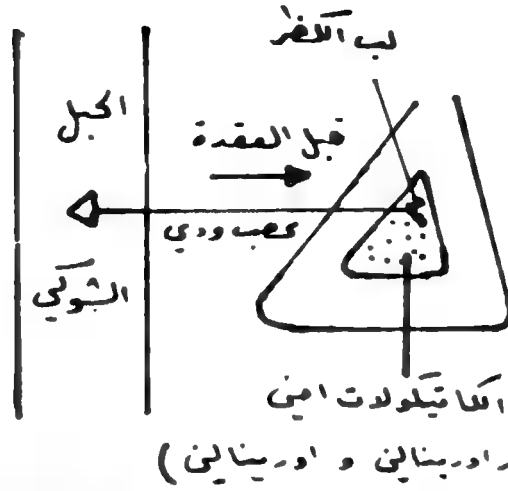
ADRENAL MEDULLA

يحرر لب الكظر الكاتيكولات الامينية (Catecholamines) وبصورة رئيسة الادرينالين والنورادرينالين (كاستجابة للنبضات العصبية المارة على طول الاعصاب الودية قبل العقدة لهذا الجزء من الغدة (شكل ١٢١) .

وتزيد الكاتيكولات الامينية من فعالية الجهاز العصبي الودي . اضافة الى ذلك فان الادرينالين يحرك كلايوجين الكبد .

ورم القوائم (Pheochromocytoma) :

وهو ورم لب الكظر الذي يؤدي الى زيادة انتاج الكاتيكولات الامينية . فتحرير كميات كبيرة من النورادرينالين يؤدي الى سورات من الضغط الدموي العالي جدا . وعلاجه هو ازالة الورم جراحيا .



شكل - ١٢١ - ان التجهيز العصبي الودي لللب الكظر (فوق الكلية) يتكون من الياف قبل العقدة فقط . ولا توجد هناك الياف بعد العقدة . وبدلاً من ذلك فان الكاتيكولات أمين النورادرينالين والادرينالين تفرز في الدم كهرمونات استجابة لفعالية العصب قبل العقدة .

قشرة الكظر

ADRENAL CORTEX

تتكون قشرة الكظر من ثلاث طبقات . وهي من الخارج الى الداخل :
النطاق الكبيبي (Zona Glomerulosa) ، والنطاق الحزيمي (Zona Fasciculata) ، والنطاق الشبكي (Zona Reticularis) .
وينتج النطاق الكبيبي هورمون الالدوستيرون والذي يسهل من اعادة امتصاص الصوديوم بواسطة نيبات الكلية وان زيادة هذا الهورمون تسبب احتباس الصوديوم (والماء) ونقصان البوتاسيوم .
ان الية السيطرة على تحرير الالدوستيرون لم توضح كليا بعد .
فهي ليست تحت سيطرة النخامية الامامية . بل كما لو ان الالدوستيرون تحت سيطرة الانكيوتنسين المتكون من الرنين المتحرر بواسطة الكلتين .

ويكون النطاق الحزيمي والنطاق الشبكي سلسلة من الستيرويدات القشرية (Corticosteroids) (وتعبرف ايضا بالقشرانيات) (Corticoids) او الستيرويدات (Steroids) . والستيرويد القشري الرئيس الموجود طبيعيا هو الكورتيزول (Cortisol) (الهيدروكورتيزون Hydrocortisone)

ان افعل هورمون الكورتيزول معقدة ، ولكنه يمكن تلخيصها كالآتي :-

١ - تساعد على الاستفادة من البروتين لانتاج الحرارة والطاقة بدلا من استعمال الكربوهيدرات .

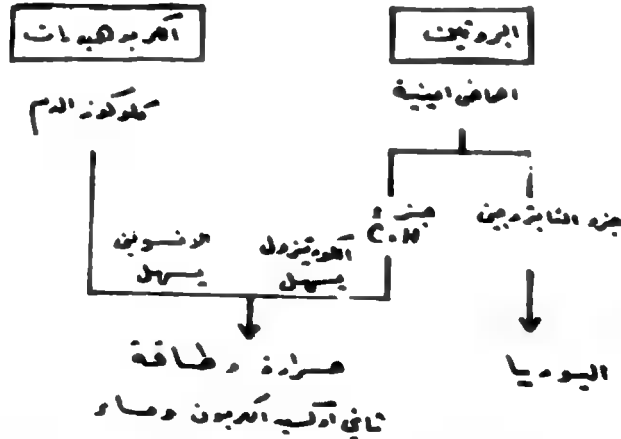
٢ - وهو مضاد للارجية (Anti-allergic) .

٣ - وهو مضاد للالتهابية (Anti-inflammatory) .

٤ - وان له بعض فعل الالدوستيرون ، اي انه بسبب احتباس الصوديوم (والماء) وفقدان البوتاسيوم .

ان احتباس الملح والماء قد يؤدي الى الخرب وفرط التوتر ، وان الاستفادة من الكربوهيدرات لانتاج الحرارة والطاقة تسهل بواسطة الانسولين والذي يمكن الكلوكون من الدخول الى الخلايا . وقبل ان يستطيع البروتين الافادة بهذه الطريقة ، فانه تنز من الاحماض الامينية ويستعمل جزء غير النايتروجين من الجزيئة لانتاج الحرارة والطاقة (شكل ١٢٢) .

ان زيادة مستوى الكورتيزول في الدم مستقل من ابض الكربوهيدرات وتزيد من ابض البروتين . ونتيجة لذلك يبقى كلوكون الدم دونما استعمال مما يسبب في ارتفاع مستواه . فاذا زاد المستوى من الحد



شكل ١٢٢ - ان مستوى عالي من الكورتيزول في الدم يساعد في الاستفادة من البروتين لانتاج الحرارة والطاقة . وتكتب الاستفادة من كلوكون الدم فيؤدي ذلك الى حدوث مستوى عالي للكلوكون في الدم والكلوكون في البول .

الاقصى للكلوكوز في نبيبات الكلية (مستوى الكلوكوز اكثر من ١٨٠ ملغم كلوكوز في كل ١٠٠ سم ٣ دم) فان الكلوكوز سيظهر في البول مؤدبا الى السكري (Diabetes Mellitus) . وهذا الشكل من السكري يكون مقاوما للانسولين حيث انه يسبب زيادة الكورتيزول . وفي نفس الوقت فان بروتين الجسم سيتحطم ويستعمل للحرارة والطاقة . وهذا ينطبق بالاخص على النسيج الرابط او الليفي التكون حديثا . كذلك يتاثر الشام الجرح .

ان خاصية الكورتيزول لحبس الصوديوم (والماء) يؤدي الى الخرب . ويلاحظ الخرب على الاخص في الوجه حيث يكون دائريا ويشبه البدر الكامل . واللامع البرزة هو عدم امكان رؤية الاذنين عند النظر الى المريض من الامام .

ولقد تم تطوير تركيب قشرانيات (ستيرويدات) والتي لها خواص حبس اقل للصوديوم من الكورتيزول مع الاحتفاظ بوظائفها الابضية ووظائفها المضادة للارجية وللانتهابية . وهذه تشمل البريدنيزولون (Prednisolone) (احد مشتقات الكورتيزول) ، والبريدنيزون (Prednisone) (مشتق من الكورتيزون) ، والبيتاميثازون (Betamethasone) . وقد وجد بان الفعالية المضادة للالتهابية لمشتقات الفلور تكون اكثر من الكورتيزول نفسه .

ان المداواة الستيرويدية تستعمل في علاج كثير من الحالات (بضمنها التهاب المفاصل Arthritis) ، والامراض الارجية (مثل الربو) وحالات الجلد الالتهابية بضمنها التهاب المين . وهو ايضا ذو فائدة في حالة التلازمة الكلوية (Nephrotic Syndrome) (والذي يصاحبها عادة فقدان كبير للبروتين في البول) ، وبعض الاضطرابات في الدم مثل الفرورية بقلة الصفيحات (Thrombocytopenic) . ولقد استعملت الستيرويدات القشرية لخفض رفض الاعضاء المزروعة .

وحيث ان الستيرويدات القشرية تؤدي الى تحطم بروتين الجسم ، فيجب الحذر عند استعمالها في مرض القرحة المعدية (تؤدي الى الاشتداد) والسسل الرئوي (تزيل النسيج الليفي المغلف للكائنات الحية وتحسر عصيات التدرن Tubercle Bacilli) وبعد عملية حديثة (تؤثر في اندمال الجرح) وان وجود الخمج قد ينع بانخفاض التفاعلات الالتهابية . ويحتاج الى كميات اكبر من الستيرويدات القشرية خلال فترات الكرب .

ان مستوى الستيرويدات القشرية العالي في الدم يثبط تحرير هورمون محرض قشرة الكظر من النخامية الامامية ويكتم التحرير

الطبيعي للكورتيزول من قشرة الكظر وبعد تداوي مدة طويلة ، فان جرعة الستيرويدات القشرية يجب تقليلها تدريجيا وذلك للسماح للنخامية ان تستعيد تحرير هورمون مجرض قشرة الكظر ولقشرة الكظر بتحرير الكورتيزول .

داء كوشنك (Cushing's Disease) :

ان ازدياد الكورتيزول بسبب زيادة فعالية قشرة الكظر يؤدي الى متلازمة كوشنك ان كان اساسا بسبب قشرة الكظر نفسها وان كان نتيجة زيادة هورمون محرض قشرة الكظر بسبب ورم النخامية (ورم غدي قاعد Basophil Adenoma) فانه يطلق على الحالة بداء كوشنك .

فاحتباس الصوديوم والماء يؤدي الى الخبز (خصوصا للوجه) وزيادة في ضغط الدم . وقد يحدث سكري مقاوم للانسولين مع بيلة كلوكوزية (Glycosuria) .

وتحدث زيادة في ترسيب الدهن على الجذع (ولكن لا على الاطراف) وقطعة مميزة من الدهن في ظهر الرقبة (مثل سنام الجاموس) ويتكدم الجلد بسهولة وتظهر خطوطا ارجوانية مع التشعر في المرأة وقد توجد ايضا تغيرات نفسية .

ان ارتفاع مستوى الكورتيزول يؤدي الى زيادة في ابراز مشتقات الكورتيزول في البول (على الاخص مركبات ١١ - هيدروكسي) ويكون العلاج بقطع الكظر (Adrenalectomy) او (قطع النخامية) (Hypophysectomy) مع تعويض الهورمون فيما بعد

داء كون (Conn's Disease)

ان ازدياد انتاج الالدوستيرون يكون عادة بسبب ورم نسيج النطاق الكببي لقشرة الكظر ويطلق عليه بداء كون او الالدوستيرونية الاولى (Primary Aldosteronism) . وهي حالة نادرة يصاحبها ضعف عضلي ونقص شديد في البوتاسيوم (والماء) في البول . ولذا فان الشخص يكون عطشا ويشرب بكميات كبيرة (العطاش Polydipsia) وينتج حجما كبيرا من البول (البوال Polyuria)

داء اديسون (Addison's Disease)

يطلق على قلة فعالية غدة الكظر بداء اديسون وقد يكون سببه ظمور الغدة او تحطمها بواسطة السل وتتاثر القشرة واللب معا ويفقد الصوديوم والماء من الجسم فيؤدي ذلك الى نقص الوزن ، وهبوط ضغط الدم ، والضعف العضلي ، والفثيان والقيء . ويتعطل انتاج الكاتيكول

امين مع تكون صباغ داكنة هي الملائين (Melanin) بدلا من الادرينالين والنورادرينالين ويصبح الجلد مصبوغا خصوصا في المناطق المكشوفة .
وحيث ان الادرينالين يلعب دورا مهما في تحريك كلابكوجين الكبد عند الحاجة لادامة مستوى السكر في الدم ، فانه قد تحدث سوروات من هبوط السكر في الدم (نقص سكرية الدم) في هذه الحالة ، وحيث ان مستوى الكلوكوز المناسب في الدم ضروري لوظيفة الدماغ الطبيعية فان نقص سكرية الدم قد يصاحبها تغيرات عقلية (استثارية Irritability تخليط Confusion ، واخيرا السبات) .

وان المريض بنوبة اديسونية (Addisonian Crisis) قد يكون مستبنا .

وتشمل المعالجة برفع مستوى الصوديوم والماء والكلوكوز والكورتيزول (بالترتيب داخل الوريد ان كان ضروريا) ومن ثم ادامة المريض على القشرانيات يوميا .

متلازمة الكظري التناسلي (Adrenogenital Syndrom) :

ان ورم قشرة الكظر قد ينتج هورمونات مذكرة (Androgenic Hormone) (لها خصائص الهورمون الذكري) والتي تؤدي الى الترجل (Virilism) في النساء والبلوغ المبكر في الصبيان . وقد تنتج تغيرات مشابهة من اخطاء ولادية خلقية للابيض والذي يعطل انتاج الكورتيزول بواسطة الغدة .

الهورمون المنبه حامل الملائين

MELANOPHORE STIMULATING HORMONE

ان الجزء الوسطي الذي يقع بين جزئي الغدة النخامية الامامية والخلفية يعتقد بانه ينتج الهورمون المنبه لحامل الملائين . وكيميائيا فان الهورمون المنبه لحامل الملائين له نفس سلسلة الاحماض الامينية كما في جزء الهورمون المنبه لقشرة الكظر . فهو ينبه الخلايا الملائية في الجلد لانتاج صباغ الملائين السوداء . واهمية الهورمون المنبه لحامل الملائين في الانسان لم تقيم بعد تماما ولكن زيادة تكونه قد تكون السبب في زيادة التلون المشاهد في داء اديسون وفي بعض حالات الانسمام الدرقي وفي الحمل .

١٨ - التكاثر

REPRODUCTION

الهormونات محرضة القند النظامية

PITUITARY GONADOTROPHIC HORMONES

تنتج النخامية الامامية ثلاث هورمونات محرضة القند والتي تسيطر على فعالية المبايض (Ovaries) في الانثى والخصية (Testis) في الرجل . وهذه الهورمونات في الانثى هي : الهورمون منبه الجريب (Follicle Stimulating Hormone) ، والهورمون الاصفر (Luteinizing Hormone) ، والهورمون محرض الجسم الاصفر (Luteotrophic Hormone) والذي يعرف ايضا بالبرولاكتين (Prolactin) . وتوجد نفس الهورمونات في الرجل ولكنه يشار الى الهورمون الاصفر بالهورمون منبه الخلية البينية (Interstitial Cell Stimulating Hormone) . وليست للهورمون محرض الجسم الاصفر اية وظيفة معلومة .

والفرق الاساسي هو في تحرير هذه الهورمونات محرضة القند ، فهي تتحرر دوريا في الانثى (بتعاقب دوري حوالي ٢٨ يوما) ولكنها تتحرر باستمرار في الرجل .

الهormونات المبيضية

OVARIAN HORMONES

ان المبيضين اللذين يقعان في الحوض (Pelvis) لا ينتجان فقط خلية البضة او البضة فقط . اذ هما ايضا غدتان صماويتان تنتجان الهورمونات .

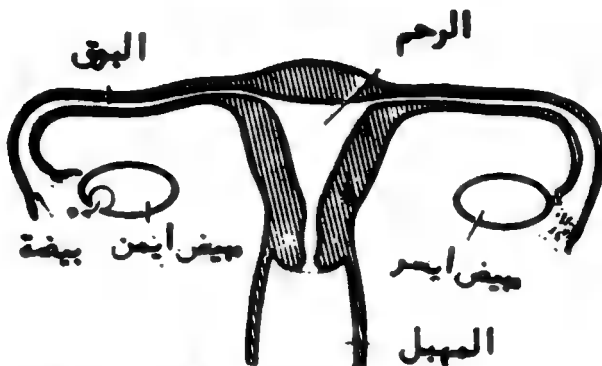
١ - الايستروجين (الطموث) Oestrogen

٢ - البروجسترون Progesterone

ويظهر الهورمون الجنسي الانثوي الايستروجين عند البلوغ ، وظهوره يؤدي الى تطور الخصائص الجنسية الثانوية في الانثى والتي تشمل ظهور الثديين والتوزيع الانثوي للشحم وشعر الجسم .

في كل شهر من بدء الحيض (Menarche) الى الانسحاب

(Menopause) فان احد المبيضين ينتج بيضة تطلق في وقت الإباضة (Ovulation) الى التجويف البطني . فتدخل النهاية المفتوحة من الانبوب الرحمي (انبوب فالوب Fallopian Tube) لنفس ذلك الجانب او الجانب الاخر وتنتقل على طول هذا الانبوب الى تجويف الرحم (شكل ١٢٣) .



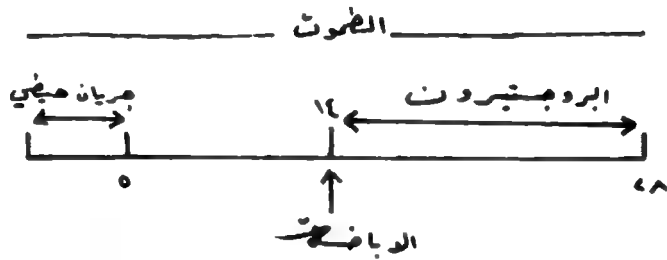
شكل ١٢٣- مخطط يبين الجهاز التناسلي لثلاثي اثناء الإباضة .

واذا لم تخصب البيضة بواسطة نطفة (Sperm) ذكرية ، فانها تبقى في التجويف الرحمي مدة ١٤ يوما فقط . وتحطم بعد ذلك بطانة الرحم (Endometrium) وتطرح سوية مع البيضة وكمية معينة من الدم (حوالي ٥ سم عادة) خلال فترة ٣-٥ ايام على شكل جريان حيضي .

ان اليوم الاول للحيض هو اليوم المناسب للتعين ، حيث يحتسب اليوم الاول للدورة الحيضية (شكل ١٢٤) ويستمر الحيض الى اليوم الخامس . وتحصل الإباضة في اليوم الرابع عشر تقريبا ، ويحدث الحيض التالي (والدورة) بعد ثمانية وعشرين يوما . وتختلف الدورات في المدة . فقد تكون قصيرة الى حد ثلاثة وعشرين يوما ، او قد تكون طويلة تصل الى خمسة وثلاثين يوما . وقد لا تكون منتظمة ، ولكنه مهما كانت طول الدورة فانه تكون هناك فترة اربعة عشر يوما ثابتة تقريبا بين الإباضة والحيض التالي .

ان الحوادث في الدورة تحت سيطرة الغدة النخامية الامامية . فلما ازيلت توقفت الدورة ان الهرمون منه الجريب من النخامية الامامية ، بنه لانضاج بيضة واحدة كل شهر في جريب مبيضي (Ovarian Follicle) . وقبيل الإباضة بقليل ، تظهر في الدورة الدموية كميات من الهرمون المصفر (Luteinizing Hormone) . وان الفعل المشترك للهرمون منه الجريب وهذا الهرمون المصفر هو الذي يحدث الإباضة في اليوم الرابع عشر تقريبا

والتجفيف المتبقى في البيض بعد طرح البيضة يصبح مملوءا بالدم ويتحول بعد ذلك الى الجسم الاصفر (Corpus Luteum) .
وان هذا الجسم الاصفر هو الذي ينتج هورمون البروجسترون . وكما يتبين من اسمه، فان البروجسترون (قبل الحمل (Pro-gestation هو الهورمون قبل الحمل اي انه يهيء الجسم للحمل . وحيث ان الجسم الاصفر لا يتكون حتى تحدث الاباضة في اليوم الرابع عشر ، فان البروجسترون يكون موجودا فقط في الدورة النصف الثاني من الدورة الحيفية (شكل ١٢٤) .



شكل - ١٢٤ - ان الدورة الحيفية تبدأ ببداية الحيض (يوم ١) . وهي تستمر في المتوسط ٢٨ يوما . وهناك فترة حوالي ١٤ يوما بين الاباضة والحيض التالي .

واذا لم تتخصب البيضة فان الجسم الاصفر يبدأ بالتكلس حوالي اليوم السادس والعشرين ويختفي البروجسترون من الدورة الدموية وان اختفاء البروجسترون من الدورة الدموية في نهاية الدورة ، هو الذي يسبب تحطم بطانة الرحم حيث يؤدي الى جريان الحيض التالي .

ان الاباضة وتكوين الجسم الاصفر يكونان تحت سيطرة الهورمون المصفر من النخامية الامامية . وان تحرير البروجسترون من الجسم الاصفر المتكون حديثا من المحتمل ان يكون تحت سيطرة هورمون نخامي ثالث هو الهورمون المحرض للجسم الاصفر . ويمكن شرح تعاقب تحرير هورمون منبه الجريب والهورمون المصفر كالآتي . اذ انه عند نمو جريب البيض فانه ينتج الايستروجين حيث يعمل لان يشبط من تحرير هورمون منبه الجريب وينبه تحرير الهورمون المصفر

فاذا تخصبت البيضة يبقى الجسم الاصفر ويصبح عند ذلك الجسم الاصفر للحمل (Corpus Luteum of Pregnancy) . ونتيجة لذلك لا يحدث هبوط في مستوى البروجسترون ولذلك لا يحدث اي جريان حيفي بعد ثمانية وعشرين يوما . ولا تبدأ فترات الحيض مرة اخرى الا بعد ولادة الطفل .

ان البروجسترون من الجسم الاصفر للحمل (وفي وقت متأخر في الحمل من السخذ) يثبط الدوري للهرمونات محرزة القندي من النخامية الامامية فتتوقف الاباضة

موانع الحمل الفمية

ORAL CONTRACEPTIVES

ان حقيقة كون البروجسترون (والاىستروجين) يثبط الاباضة ، قد استفيد منها في موانع الحمل الفمية فاذا ما اخذ شكل فاعل من البروجسترون عن طريق الفم يوميا من اليوم الخامس للدورة ، فان الاباضة التي يجب ان تكون في اليوم الرابع عشر سوف لن تحدث ، وسيكون من المستحيل حدوث الاخصاب . فاذا ما سحب البروجسترون في اليوم السادس والعشرين ، فان مستوى بروجسترون الدم سيهبط وستتطم بطانة الرحم ويحصل نزف شبيه بدورة الحيض بعد حوالي اليومين ومن ثم يعاد اخذ البروجسترون بعد فترة اسبوع ، اي في اليوم الخامس من الدورة التالية ان اعتراض مستوى البروجسترون يسمح لهذا الجريان الحيضي وهو يؤكد ان المرأة ليست بحامل وهو غير ضروري للاخصاب .

وحيث ان البروجسترون المركب له خاصية مذكرة (Androgenic) قليلة (مما يسبب نمو الشعر على الوجه الخ) ، فانه تضاف كمية قليلة من الاىستروجين المركب لابطال هذا التأثير وان هذين الهرمونين اللذين يعطيان سوية يظهر انهما يكبتان اساسا تحرير الهرمون المصفر بواسطة النخامية الامامية .

وفي طريقة منع الحمل المتعاقبة ، فانه يدام مستوى عال من الاىستروجين عن طريق تناول اىستروجين مركب من اليوم الخامس حتى بعد اليوم الذي يجب ان تحصل فيه الاباضة (اي حتى اليوم السادس عشر) . ومن ثم يؤخذ البروجسترون للايام الخمسة التالية من الدورة ، حيث يسحب بعدها مؤديا الى نزف حيضي بعد يومين وفي هذه الطريقة ، فانه يظهر ان المستوى العالي للاىستروجين يكبت تحرير الهرمون منبه الجريب .

الهرمون الخصوي

TESTICULAR HORMONE

ان الخصيتين اللتين تقعان في الصفن (Scrotum) تنتجان النطفة

الدكرية . اضافة لذلك فهما تعملان كفتين صماويتين تنتجان الهرمون الجنسي الذكري : التيستوستيرون او الشحمون الخصوي (Testosterone) .

ان هذا الهرمون يتكون بواسطة الخلايا البينية (Interstitial Cells) للخصية تحت سيطرة هورمون منبه

الخلية البينية من النخامية الامامية . ومن المحتمل ان يكون مائلا للهورمون المصفر .

يظهر التيستوستيرون في الدورة الدموية عند البلوغ، وبسبب تطور الخصائص الجنسية الذكورية الثانوية مثل نمو اللحية و ضخامة الصوت ، والتوزيع الذكري للشعر والتنبيه العضلي والهيكلي الذي يشاهد في الذكر عند البلوغ .

ولا توجد دورة شهرية او اياس عند الرجل . وان تحرير الهرمون المنبه للخلية البينية والتيستوستيرون يستمران مدى الحياة على الرغم من ان المستوى قد يهبط في اواخر العمر .

ان تكوين النطفة بواسطة الخصيتين من المحتمل ان تكون تحت سيطرة الهرمون منبه الجريب من النخامية الامامية .

الاخصاب

CONCEPTION

عند الجماع فان قضيب الذكر يدخل في مهبل الانثى ونتيجة احتكاك القضيب مع جدار المهبل ، فان منعكسا عند الرجل يدفع بالنطف في المهبل .

تنحدر حوالي ٢٠٠ مليوناً من النطف في ٢ سم ٣ من المنى (Semen) في كل دفق (Ejaculation) . ولهذه النطف ذبول متحركة ، وهي تسبح من خلال فتحة الرحم التجويف الرحمي وعلى طول الانابيب الرحمية . وعلى الرغم من هذا العدد الهائل من النطف المتحررة ، فان نطفة واحدة فقط تخصب البيضة .

ان الدفق هو منعكس شوكي يشترك فيه معا الجهاز العصبي المستقل والجهاز العصبي الارادي . فالجهاز العصبي اللاودي المعجز يحدث انتصاب القضيب كنتيجة للاستثارة الجنسية . فاذا ما اتلف هذا المسلك اللاودي (التدفق اللاودي والمعجز) فلن يكون هناك توسعا في شريانات القضيب ولا احتقان في النسيج الكهفي (Cavernous Tissue)

ولذا لن ينتصب القضيب .

ان تنبيه النهايات العصبية للقضيب والاعضاء التناسلية المجاورة تنبه انمكاسيا التدفق الودي القطني . وهذا ما يسبب تقلص العضل الاملس للبربخ (Epididymus) والاسهر (Vas Deferens) والحيصلات المنوية (Seminal Vesicles) والبروستات (Prostate) . ونتيجة لذلك يطلق السائل المنوي الى الاحليل (Urethra) . وتتفلق المصرة الداخلة للمثانة لكيلا يخرج البول .

ان التقلصات النسقية للعضلات المحيطة بالقضيب والتي يسيطر عليها بواسطة الجهاز العصبي الارادي (البدني) تسبب دفع السائل المنوي .

وبعد اجراء عملية قطع الودي القطني لجهتين ، فانه سوف لن يكون بالامكان التدفق ، على الرغم من امكانية حصول الانتصاب .

ان هذه المنكسات الشوكية الاساسية في الرجل ، تتقوى بواسطة النبضات العصبية من المراكز العليا كاستجابة للالثرات الجنسية . كذلك قد تشبط هذه المنكسات الشوكية بواسطة المراكز العليا في حالات القلق ... الخ .

ان الزيادة العامة في الفعالية الودية (واللاودية) مع الاستثارة الجنسية والتي يصاحبها تحرير الهرمونات النورادرينالين والادرينالين من لب الكظر تؤدي الى زيادة في سرعة القلب ، والى زيادة في حجم الضربة ، والى زيادة في ضغط الدم (كما هو عند التمارين فانه يزداد شغل القلب وهذا مما يكون اجهادا على الجهاز القلبي الوعائي المريض مما يؤدي الى قصور القلب الاحتقاني) . وكذلك فانه ينبه التنفس وقد يحصل التعرق .

ويجب ان لا ننسى بان التنفس يحدث بتقلص العضل الهيكلي (المخطط) وان الجهاز العصبي الودي يسيطر على العضل الاملس والقلبي .

وتحدث زيادة مماثلة في فعالية القلب والتنفس عند الانثى استجابة للاستثارة الجنسية . ويزداد جريان الدم الى الاعضاء الجنسية الخارجية . وان افراز المخاط في المهبل والشفر (Labia) يسهل من دخول القضيب ، وعلى الرغم من ان الاستثارة الجنسية مرغوبة نفسيا في المرأة ، الا انها ليست ضرورية للاخصاب .

ان احسن فرصة مناسبة لتخصيب البيضة بنطفة ذكرية هو عندما تمر على طول القناة الرحمية ، ولهذا السبب فان الجماع الذي يكون قريبا من وقت الاباضة من المحتمل جدا ان يؤدي الى الاخصاب .

تطور البيضة المخصبة

تبدأ البيضة المخصبة بالتطور في الانبوب الرحمي وفي الوقت الذي تكون فيه قد وصلت الى التجويف الرحمي ، تدخل في مرحلة تعدد الخلية (Multi Cell Stage) . وهنا فانها تطمر نفسها في الجدار الرحمي وتتطور خلال التسعة شهور التالية الى طفل . واذا ما توقف مرورها في الانبوب الرحمي لاي سبب كان فان الكتلة الخلوية ستمزق اخيرا الانبوب الرحمي (تمزق هاجر Ruptured Ectopic) . وفي بعض الحالات الشاذة فان الكتلة الخلوية ستتطور الى طفل داخل التجويف البطني .

وعليه فان الطفل يبدأ كخلية منفردة تتكون من دخول نقطة الى البيضة . وينفصل الذيل بينما يلتحم الرأس مع نواة البيضة . وتحتوي هذه الخلية المنفردة آتد على جميع المعلومات الموروثة والتي تعين خصائص الطفل من لون العينين ولون الشعر الى اي خطأ ابيضي ولادي محتمل كيلة الفينيل كيتون او زيادة سكرية سكر الحليب (Galactosaemia) او هيموكلوبين شاذ مثل فقر الدم المنجلي

رموز الجينات (الوراثات GENETIC CODE) للوراثة

ان المادة الوراثية للوراثة تقع اساسا ان لم تكن كليا في نواة الخلايا وهذه المعلومات تنتقل اثناء انقسام الخلية الى الخلايا الجديدة ، ولذا فانها تكون موجودة في جميع خلايا الجسم . ان الجسيمات الصغيفة (Chromosomes) في النواة تتكون من الـ (DNA) والذي يتكون من سلاسل طويلة من السكر الخماسي ديزوكسي ريبوز (Pentose Sugar Desoxyribose) وحمض الفوسفوريك بالتعاقب . وان المعلومات الوراثية تحمل في تسلسل قواعد اربعة مختلفة تكون متصلة بجزئيات هذه السكريات . فتركيب البروتين مثلا ، فان كل ثلاثة قواعد بالتسلسل تكون رمزا (او الرمز الثلاثي) والذي يعين اي من العشرين حمضا امينيا يشترك في المرة التالية في البروتين المركب

ان حقيقة كون اربع قواعد فقط في الرمز الثلاثي تستطع اعطاء المعلومات للترتيب الصحيح لعشرين حمضا امينيا . بالامكان تمثيلها برزمة من ورق اللعب فاذا خلط ادهم الورق ورتبت واحدة واحدة بحيث يلاحظ تعاقب المجموعات في كل سلسلة من ثلاثة ورقات (قلوب - سباتي - الخ) فانه سيتبين بان هناك اكثر من ٢٠ تركيبا مختلفا (فعليا ٦٤) ويظهر انه من المحتمل ان يكون اكثر من رمز ثلاثي واحد لبعض الاحماض الامينية .

الجسيمات الصبغية (Chromosomes) :

تحتوي الخلية البشرية على ٤٦ جسيم صبغى وان اثنين من هذه هما جسيما جنسيان (X) و (Y) في الرجل و (X) و (X) في المرأة ويستلم الطفل اثنين وعشرين جسيما صبغيا عاديا وجسيما صبغيا جنسيا واحدا من امه ولذا فان نصف صفات الطفل تكون من الام والنصف الاخر من الاب

ويجب الملاحظة بان نصف خصائص الابوين لا تورث . ولهذا السبب فان الامراض الوراثية ليست من الضروري انتقالها للابناء

جنس الوليد (Sex of a baby)

ان جنس الوليد يعين بواسطة الاب فنطف الذكر هي من نوعين . فالنطف التي تولد الانثى تحمل الجسيمات الصبغية (X) بينما النطف التي تولد الذكر تحمل الجسيمات الصبغية (Y) . وتحتوي البيضة على الجسيم الصبغى (X) فقط فاذا ما خصبت نطفة ذات جسيم صبغى (X) بيضة فان الوليد سيحمل الجسيمات الصبغية (XX) وسيكون انثى

واذا ما خصبت نطفة ذات جسيم صبغى (Y) بيضة ، فان الوليد سيحمل الجسيمات الصبغية (XY) وسيكون ذكرا وعلى الرغم من ان كلا نوعي النطف تنتج بكميات متساوية تقريبا ، فان النطفة التي تحمل الجسيم الصبغى الاصفر (Y) تكون اخف من النطفة التي تحمل الجسيم الصبغى الاكبر (X) وهذا ما قد يهيء الفرصة للنطفة التي تحمل الجسيم الصبغى (Y) لان تصل الى البيضة اولا وهو السبب في حقيقة كون ان كل ١٠٦ ذكور يولدون يكون مقابل ١٠٠ بنت

التصنيف النووي (Karyotyping) :

لا تكون الجسيمات الصبغية مرتبة عادة في نواة الخلية ويمكن مشاهدتها فقط تحت المجهر عند انقسام الخلية . وهذا ما يجعل صعوبة اكتشاف الجسيمات الصبغية الشاذة ولقد امكن دراسة الجسيمات الصبغية بعد اكتشاف ان مادة الكولجيسين (Colchicine) توقف تطور الخلية في المرحلة الانتقالية (Metaphase Stage) عندما تكون مرئية وحتى في هذه الحالة فانه يكون من الضروري انماء خلايا الجسم في مستنبت نسيجي (Tissue Culture) قبل الحصول على مسح مناسب ويوقف التطور بالكولجيسين ويستعمل بعد ذلك محلول ملحي ناقص القوى (Hypotonic) لجعل الجسيمات

الصبغية منتفخة ومنتشرة . ومن ثم يمكن بعد ذلك فرشها على شريحة زجاجية . وبعدها تؤخذ بصورة فوتوغرافية للجسيمات الصبغية ، ومن ثم تقطع الجسيمات الصبغية من الصورة الفوتوغرافية المكبرة . وبعد ذلك تجمع الجسيمات الصبغية أزواجا حسب الحجم الى ٢٢ زوجا {٤} جسيم صبغى) زائدا الجسيمين الصبغيين الجنسيين (ان المقياس الاساسي هو الطول النسبي للذراع القصيرة) . ويمكن بعد ذلك اكتشاف اية جسيمات صبغية اضافية او شاذة . ويطلق على هذه الحديثة اسم التصنيف النووي .

شذوذ الجسيمات الصبغية :

تكون بعض الحالات المرضية بسبب شذوذ نمط الجسيمات الصبغية للخلايا . وقد يكون السبب في ذلك قصور في البضة او النطفة لحمل العدد الصحيح المضبوط من الجسيمات الصبغية (٢٢ جسيم صبغى زائدا جسيم جنسى واحد)

فالغوليسم (Mongolism) او متلازمة داون (Down's Syndrome) تكون عادة بسبب انتقال جسيم صبغى اضافى الى الوليد حيث يكون له مجموع ٤٧ جسيما صبغيا . ويكون هذا الجسيم الصبغى الاضافى مضافا الى الزوج الحادى والعشرين . وبعض اشكال المغولية تكون بسبب شذوذ يعرف بتغيير الموضع (Translocation) . اذ يوجد العدد الصحيح من الجسيمات الصبغية ولكن الجسيم الصبغى رقم ٢١ يكون مرتبطا الى واحد من المجموعة الزوجية ١٣-١٥

وعلى الرغم من ان (XY) و (XX) هما الانماط الطبيعية للجسيمات الصبغية الجنسية في الذكر والانثى على الترتيب ، فانه توجد احيانا انماطا اخرى .

X (انثى - متلازمة ترنر (Female-Turner's Syndrome
(XXX) (انثى «مفرطة» (Super "Female")
XXY (ذكر - متلازمة كلينفلتر (Male-Klinefelter's Syndrome)
(XYY) (ذكر) (Male)
(XXXXY) (ذكر) (Male)

YO (غير موافق للحياة) Not Compatible with life

وفي كثير من الحالات الشاذة فان الغند (Gonads) تكون اثرية ويكون الشخص عقيما . وعلى كل فان (XXX) و (XYY) يكونان مخصبين .

الاجسام الصبغية (Chromatin Bodies) :

ان الخلايا متعددة النواة في الانثى الطبيعية غالبا ما تظهر اجساما صبغية بشكل عصا العطل مرتبطة مع النواة المتعددة الفصوص . وتكون هذه من جسيمات صبغية جنسية (XX) . ويقال لثل هذه الخلايا ايجابية الصبغ (Chromatin Positive) . وهي تساعد في تعيين الجنس . ويمكن ان توجد الاجسام الصبغية في الخلايا المخاطية المأخوذة من فم الانثى . وحديثا فقد استعملت الاصباع الوامضة (Flourescent) لظهور الجسيمات الصبغية (XX) في الشعر المقطوع على مسافة (١ سم من الجذر) .

الحمل المتعدد (Multiple Pregnancies) :

اذا ما باضت المرأة مرتين وخصبت كلاهما فانه سيكون توأمين . ومثل هذين التوأمين يكونان غير متشابهين وقد يكونان مختلفي الجنس . وقد تنتج التوائم نتيجة اقسام الخلايا من بيضة مفردة مخصبة الى مجموعتين . وفي هذه المرحلة الاولى ، فان كل مجموعة تستطيع ان تتطور الى وليد . وتكون التوائم متماثلة . وستكون من نفس الجنس ويكون لها نفس الاساس الوراثي ، حيث ان التوأمين تكونا معا من نفس البيضة والنطفة . ونتيجة واحدة لهذه ، هو انه غرس الاعضاء ورقع الجلد يمكن اجراؤها فيما بعد بين التوأمين دون رفض . وتحدث التوائم في ١ من كل ٨٠ حملا . وتكون حوالي ثلثها متماثلة .

السخذ والهورمونات السخذية

THE PLACENTA AND PLACENTAL HORMONES

ان البيضة المخصبة المتطورة او الجنين يكونان غشائين ، غشاء داخليا يطلق عليه السلي (Amnion) ، وغشاء خارجيا يطلق عليه المشيمة (Chorion) . ويفرز السلي السائل السلي (Amnionic Fluid) حيث يتطور فيه الجنين . ويتحرر هذا السائل في بداية الولادة (onset of labour) عند تمزق الاغشية .

في المراحل الاولى وبعد الفرس ، فان الجنين يكون مطمورا كليا في الجدار الرحمي . وفي هذه المرحلة فانه يستلم غذاءه عن طريق الزغابات المشيمية المحيطة بالجنين والتي هي في جدار الرحم . وعند تطور الجنين فانمه يظهر في التجويف الرحمي وتكون منطقة تماس المشيمة مع جدار الرحم محدودة الى منطقة السخذ .

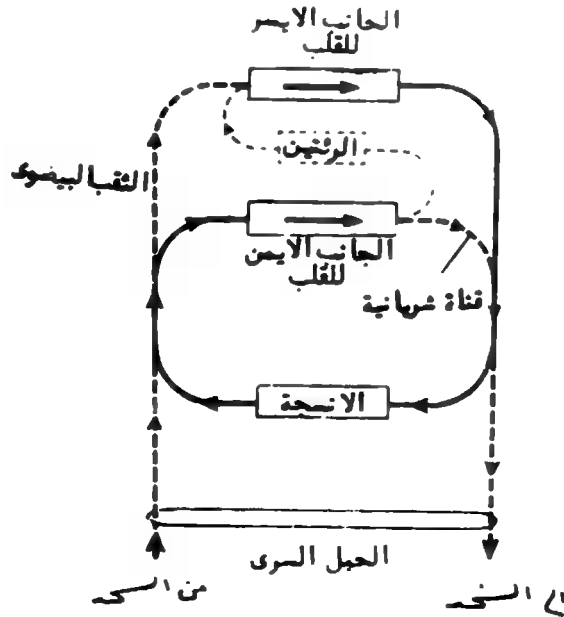
ان الحبل السري (Umbilical Cord) يربط الجنين بالطاق

(او بالاصح المغمور) في السائل السلي الى السخد والذي يكون متصلا بشدة بجدار الرحم ويضخ الدم بواسطة قلب الجنين على طول الحبل السري الى السخد حيث يعطى هنا ثاني اوكسيد الكربون والفضلات الى التجاويف الدموية للام ويعود حاملا الاوكسجين والمواد الغذائية .

الدورة الدموية الجنينية

تختلف الدورة الدموية قبل الولادة عما بعدها (شكل ١٢٥) فجانبى القلب في الدورة الجنينية يكونان متوازيين ويشارك جانبيا القلب في فعل الضخ وان كل جانب يضخ حوالي نصف الدم الى الانسجة والسخد ويكون هذا ممكنا بسبب وجود فتحة في القلب بين الاذين الايمن والايسر (الثقب البيضوي Foramen Ovale) • لذا فان الدم العائد الى القلب عن طريق التجويفين الاعلى والاسفل يذهب الى كلي جانبي القلب الايمن والايسر

وتكون الرئتان منكمشتين وغير مهواتين وتمر كميات قليلة جدا من الدم خلالهما وان الدم المضخ خارج البطين الايمن عن طريق القناة الشريانية (Ductus Arteriosus) الى الابهر وينظم الى الطريفة (Output) البطين الايسر



شكل ١٢٥- الدوران قبل الولادة .

ويأخذ السخند مكان الرئتين . فيحمل الدم بالاووكسجين ويعود الدم المحمل بالاووكسجين الى الجنين بواسطة الوريد السخند الوريدي (Umbilical Vein) . وهو يتجنب الكبد عن طريق القناة الوريدية (Ductus Venosus) ويدخل الوريد الاجوف الاسفل حوالي ٨٠٪ من الدم المشبع بالاووكسجين وهذا الدم سيخفف على كل حال بدم غير مشبع بالاووكسجين والعائد من بقية اجزاء الجسم

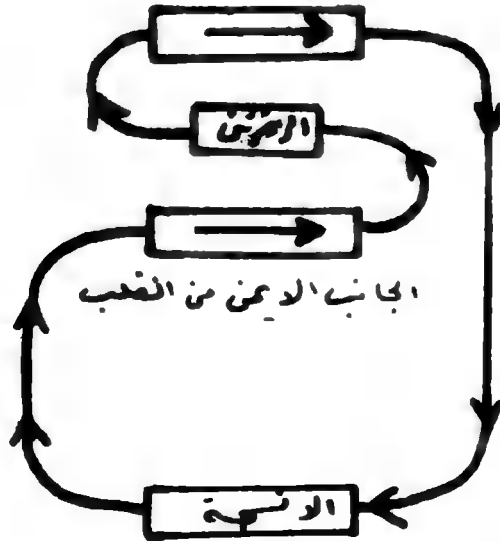
ان هذا الترتيب (شكل ١٢٥) هو اقل كفاءة مما هو عليه بعد الولادة (شكل ١٢٦) وان توتر الاوكسجين في الدم الشرياني للجنين يكون واطنا نسبيا

ويموض توتر الاوكسجين الواطيء هذا جزئيا بوجود الهيموكلوبين الجنيني (Foetal Haemoglobin) والذي له القدرة للتشبع بالاووكسجين في توتر اوكسجيني واطيء .

تغيرات الدورة الدموية عند الولادة :

تتغير الدورة الدموية عند الولادة كلية فلن يعود جانبي القلب مرتبين بشكل متواز (شكل ١٢٥) اذ يصبح مرتبين بشكل متسلسل (شكل ١٢٦) . وان نفس الدم في هذه الحالة يمر اولا من خلال جانب واحد من القلب وبعدها من خلال الجانب الاخر ويتوقف الدوران السري

الجانب اليسر من القلب



شكل ١٢٦- الدوران بعد الولادة (قارن مع شكل ١٢٥) .

وتبدأ الرئتان انثد بتحميل الدم بالاكسجين

وينفلق الثقب البيضوي والقناة الوريدية بعد فترة قصيرة من الولادة . اما القناة الشريانية فانها تنفلق بعد ذلك بمدة وجيزة في الايام الاولى من الحياة . ويجب الملاحظة بانه في الدورة الدموية الجنينية عندما تكون القناة الشريانية فاعلة (مفتوحة) فان ضغط الدم في الشريان الرئوي يكون عاليا كضغط الدم الابهرى (١٢٠ ملم زئبق) ، ولكنه بعد ٨٠

انغلاق القناة الشريانية فان ضغط الشريان الرئوي يهبط الى (٢٥ ملم زئبق) ويعود هذا الهبوط الى انخفاض المقاومة الوعائية ٨

الرئوية . واذا لم يحدث هذا الانخفاض يبقى فرط التوتر الرئوي (Pulmonary Hypertension) .

امراض القلب الخلقية (Congenital Heart Disease) :

يحدث احيانا ان تقصر القناة الشريانية على الانفلاق كلية مؤدية الى حالة قناة شريانية مفتوحة والتي يجب ربطها جراحيا وان عدم انفلاق الفتحة البيضوية التي قد يصاحبها عيب في الحاجز الاذيني (عيب الحاجز الاذيني (Atrial Septal Defect) تحتاج ايضا لاصلاحها جراحيا .

ان العيب الخلقى في الحاجز بين البطينين (عيب الحاجز البطيني (Ventricular Septal Defect) يكون اصعب في اصلاحه حيث انه يجب الحذر كي لا تتضرر حزمة هس (الحزمة الاذينية البطينية) والتي تمر في هذا الحاجز .

وفي رباعية فالو (Fallot's Tetralogy) فانه يكون هناك تجاوز للابهر (بحيث ينشأ الابهر من كلى البطينين الايمن والايسر) . ويوجد كذلك عيب في الحاجز البطيني ، وتضييق رئوي وضخامة البطين الايمن ولا يكون جانبا القلب على التسلسل تماما ، ولذا فان قسما من الدم سيتجاوز الرئتين في كل دورة دموية ونتيجة لذلك فان الدم الشرياني يكون مزيجا من دم اوكسجيني وغير اوكسجيني وقد يكون الوليد زراقى الظهر (وليد ازرق) وتصحب هذه العيوب جراحيا

السخذ كغدة صماوية :

اضافة لكونه عضو تغذية للوليد ، فان السخذ هو غدة صماوية تحرر البروجسترون والايستروجين (الطموث) والهورمون محرض القند البشري . وعند تكون السخذ ، فان الجسم الاصفر للحمل في المبيض لن

يكون ضروريا لادامة الحمل ولذا فقد يمكن اجراء عملية قطع المبيض
(Ovariectomy) .

ان المستويات العالية للهورمون محرض القند المشيمي البشري في
الدم تؤدي الى ابرازه في البول . وان وجوده في البول يستعمل كفحص
للحمل . فاذا ما كانت الدورات الحيضية منتظمة ، وحصل الجماع
حوالي وقت الاباضة فان انقطاع الطمث في الدورة التالية يؤكد على الاكثر
وجود الحمل . ويكون عمر الجنين في ذلك الوقت ١٤ يوما . وان فحص
الحمل يكون ذو اهمية عند عدم انتظام الحيض او انقطاعه .

ان فحص الحمل الذي يشيع استعماله هو فحص تثبيط التلازن
(Agglutination Inhibition Test) ، فتضاف جزيئات سبق
وعولجت بمحرض القند (مثل اللاتيكس Latex او حتى الخلايا الحمراء)
الى البول مع مصل مضاد للتلازن . وفي الحالات الطبيعية فانه يحصل
التلازن . ولكنه في حالة وجود الهورمون محرض القند المشيمي البشري
في البول فانه يتفاعل مع المصل المضاد ويثبط تلازن الجزيئات . ولذا فان
الحمل يؤكد عند عدم حصول التلازن .

التغيرات في الام عند الحمل

يزداد حجم الرحم عند الحمل زيادة هائلة وهو يصل اخيرا الى
الرهابة (Xiphisternum) .

ويتطور الثديان وتصبح الحلمة ومنطقة اللوة (هالة الثدي) داكنة
اللون . ويلاحظ التلون ايضا على الخط الابيض للبطن .

ويجس الماء في وقت متأخر في الحمل ، ولذا فيجب وزن المرأة
الحامل بانتظام للتأكد من ان الماء المحبوس ليس كثيرا

اضافة لذلك فانه توجد مستويات عالية للايستروجين (الطموث)
والبروجستيرون والهورمون محرض القند المشيمي البشري في الحمل
وكذلك توجد زيادة في فعالية الدرقية وجنيب الدرقية وقشرة الكظر

ان غثيان الصباح (Morning Sickness) والتوقسان السي
الاطعمة غير الطبيعية امر شائع في الايام الاولى للحمل . ولا يعرف السبب
في ذلك .

ولادة الطفل :

يولد الطفل بواسطة تقلصات الرحم المتكون من العضل الاملس ،
وتزداد التقلصات الرحمية في ترددها حتى تحصل مرة في كل دقيقتين

تقريبا . وينبسط الرحم بعد كل تقلص ويتوسع عنق الرحم بواسطة الضغط من الجنين خلال المرحلة الاولى للولادة . وعندما يتوسع عنق الرحم كليا ، فان الطفل يدفع من الرحم الى المهبل ، ويولد الطفل خلال هذه المرحلة الثانية للولادة . ان انفصال وطرده السخد بعد نصف ساعة تقريبا تشكل المرحلة الثالثة للولادة . ان التقلص القوي الدائم للرحم بعد هذه المرحلة يقلل النزف من المنطقة العارية التي خلفها انفصال السخد . واذا كان ضروريا فانه يزداد تقلص الرحم اكثر ، بواسطة حقنة في الوريد من الايركومتريين (Ergometrine) . وان رضاعة الطفل من الثدي سينبه تحرير الاوكسيتوسين (Oxytocin) من النخامية الخلفية . وان فعله سيزيد من التقلصات الرحمية النسقية . وعلى الرغم من انه قد لا يكون هناك حليب عند الام بعد الولادة مباشرة ، فلقده تبين بان السماح للوليد بالرضاع في هذا الوقت يقلل من حجم الرحم

ان بداية الولادة غير مفهومة تماما . ويلعب الجهاز العصبي دورا ثانويا نسبيا ، حيث انه تمت ولادة اطفال من امهات كن مشلولات من الخصر الى الاسفل بسبب اذى شوكي . ان هبوط مستوى بروجيسترون الدم بسبب تغيرات في السخد والجسم الاصفر للحمل سوية مع تحرير الاوكسيتوسين من النخامية الخلفية قد تكون من المحتمل العوامل الاساسية التي تحدث التقلصات الرحمية .

ويمكن احداث التقلصات الرحمية كذلك بتمزيق الفشائين وتحرير السائل السلي او بواسطة تريب وريدي للاوكسيتوسين او بواسطة البروستاغلاندين المقلص للرحم $(PGE_2 \text{ or } PGF_2 \text{ Alpha})$.

الارضاع

LACTATION

يكون الحليب البشري جاهزا لاطعام الوليد بعد عدة ايام من الولادة . وهو يكون بواسطة الغدد الثديية للام من مكونات دمها . فيحتوي الحليب على البروتين والدهن والكربوهيدرات والتي تسد حاجات الوليد للحرارة والطاقة ، وكذلك للنمو ولاصلاح الانسجة . ويستطيع الوليد ان يضاعف وزنه بحليب الام وحده على الرغم من ان الطريقة الحديثة تميل الى اضافة بعض المواد الغذائية في عمر مبكر

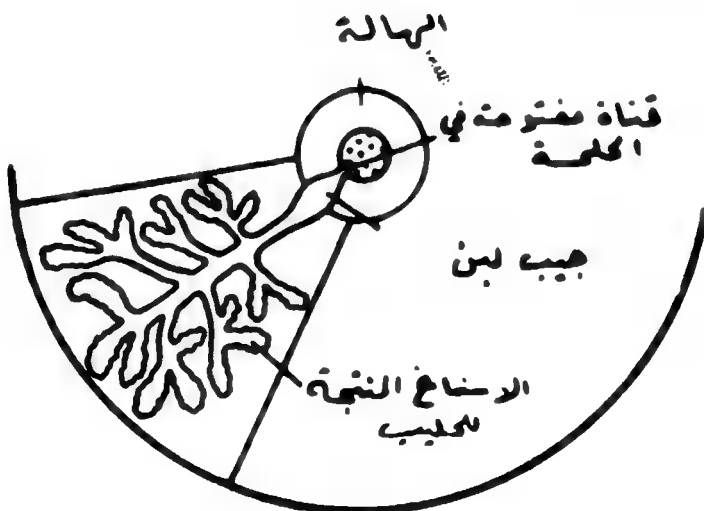
ويحتوي حليب البقرة على كمية من الكربوهيدرات اقل من حليب الام . ويحتوي كذلك على كمية اكبر من بروتين النجبن (الكازاين) والذي يكون كتلة غير ذائبة نسبيا في معدة الوليد بعد تجنطه بخمرة الممعدة البسین .

ان بروتين الحليب البشري يتكون من اللاكتالبومين (Lactalbumin) بصورة رئيسة ولجعل حليب البقرة معوضا مناسباً فإنه يجب تخفيفه وإضافة السكر اليه

تتكون الغدة الثديية البشرية من حوالي ١٥ جهازاً مولداً للحليب مرتبة بصورة مشعة حول الحلمة (شكل ١٢٧) وينتج الحليب عميقاً في الأسناخ المنتجة للحليب وهذه الأسناخ تؤدي عن طريق قنوات متفرعة (مثل عنقود العنب) إلى قناة حليب رئيسية والتي تنفتح في الحلمة . وعليه فتوجد خمسة عشر فتحة في الحلمة ، تؤدي كل واحدة منها إلى أسناخها المنتجة للحليب

ولقناة الحليب الرئيسية توسع أسفل السطح يعرف بالجيب اللابن (Lactiferous Sinus) فالحليب الذي سبق وأن تجمع في الجيب يكون جاهزاً للوليد والذي يعبر عن الحليب يأخذ الحلمة والنسيج المجاور في فمه ومن ثم يبدأ عملية المص والعض . ولا يستطيع الوليد بهذا العمل من الحصول على الحليب من الأسناخ العميقة المنتجة له .

وعلى كل فإن عملية الرضاعة تنبه المستلمات الحسية حول الحلمة ويحرر المنعكس العصبي عن طريق تحت المهاد الأوكسيتوسين من النخامية الخلفية . ويقلص الأوكسيتوسين الظهارة العضلية للأسناخ المجاورة ويدفع بالحليب أماماً إلى الحلمة وتطلق على الحادثة بقذف الحليب (Milk Ejection) .



شكل -١٢٧- ان الغدة الثديية البشرية تتكون من ١٥ جهازاً منتجاً للحليب ولكل واحد منها قناة تنفتح في الحلمة .

وبدون مستوى كاف من الاوكسيتوسين الدائر فان الثدي قد يصبح محتقنا بالحليب ولكن الوليد لا يستطيع اخذ ما يكفيهِ ويمكن التفريغ عن مثل هذه الحالة باعطاء الاوكسيتوسين .

ومثل هذه الحالة تحدث في مصنع الالبان فانه لن يكون بالامكان حلب البقرة اذا ما كان مستوى الاوكسيتوسين الدائر في الدم واطنا ولذا فان حقنة من الاوكسيتوسين تدر الحليب .

ان نمو الثدي يكون اثريا عند الرجل اما عند المرأة فان الثديين يتطوران عند البلوغ بتاثير الهورمون الجنسي الانثوي الايستروجين (الطموث) والذي يتحرر بواسطة المبايض الى مجرى الدم في هذا الوقت ، وان كبر الثديين عند البلوغ اكثر ، يكون بسبب ترسب الشحم

وكما مر بنا سابقا فان البروجسترون يظهر في الدورة الدموية خلال الاسبوعين الاخيرين من كل دورة حيضية ، وبسبب التاثير المشترك للايستروجين والبروجسترون تبدأ الاسناخ والقنوات بالنمو وهذا ما يسبب زيادة طفيفة في حجم الثديين في نهاية الدورة الحيضية . وقد تظهر مثل هذه الزيادة عند استعمال البروجسترون المركب كمانع للحمل .

ان المستويات العالية للايستروجين والبروجسترون التي تسدّام خلال الحمل تسبب زيادة ملحوظة في نمو الاسناخ والقنوات حتى تصبح الغدد الثديية عضوا فعالا منتجا للحليب في نهاية الحمل .

وبعد ولادة الوليد فان اسناخ الحليب تنتبه لانتاج الحليب بواسطة الهورمون محرض الجسم الاصفر (البرولاكتين Prolactin) المنتج بواسطة النخامية الامامية

الطفل الحديث الولادة

يكون الوليد معتمدا كليا على الآخرين لكي يعيش . وهو يجهز بجهاز نداء كفوء (ومجبر) عندما يحتاج الى جلب الانتباه ونعني به البكاء .

يولد طفل الانسان قبل اكتمال تطور الجهاز العصبي ولذا فلا يستطيع الطفل عمل حركات متوافقة كاملة او حتى تغيير وضعيته الى اي مدى

ويكون مركز تنظيم درجة الحرارة ضعيف التطور ولذا يجب تنظيم الملابس لمنع البرودة الزائدة او الحرارة الزائدة للوليد .

١٩ - الاعصاب المستقلة

AUTONOMIC NERVES

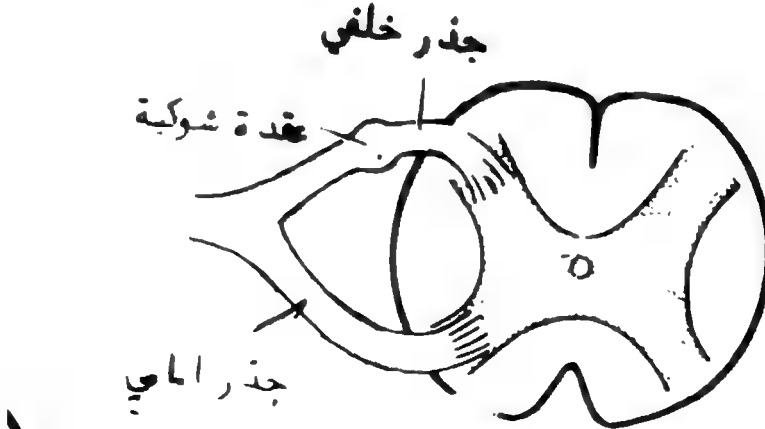
تشرح الجهاز العصبي

ANATOMY OF THE NERVOUS SYSTEM

شذفات الحبل الشوكي (Spinal Cord Segments) :

يتطور الحبل الشوكي في الإنسان على أساس شذفي فالاعصاب الشوكية (التي تكون جزءا من الجهاز العصبي البدني) تخرج على جانبي كل شذفة من الحبل الشوكي ولكل عصب شوكي جذران على كل جانب حيث يخرج من القناة الفقرية عن طريق الثقوب بين الفقرات وينقل جذر العصب الامامي الالياف الحركية بينما ينقل جذر العصب الخلفي الالياف الحسية (شكل ١٢٨)

ويتكون العمود الفقري من ٧ فقرات عنقية (Cervical) و ١٢ فقرة صدرية (Thoracic)، وه فقرات قطنية (Lumbar) وه فقرات عجزية (Sacral) والتي تلتحم سوية لتكوين العجز (Sacrum) ولكنه توجد هناك ٨ اعصاب عنقية وليست ٧ او ١٢ عصباً صدرياً وه اعصاب قطنية وه اعصاب عجزية. وذلك لان العصب الذي يخرج من بين الجمجمة والفقرة العنقية الاولى (Atlas) العنقية



شكل ١٢٨ - قانون بيل - ماجندي . ان الاعصاب الحركية تخرج عن طريق جذر العصب البطني . وتدخل الاعصاب الحسية عن طريق جذر العصب الخلفي .

يسمى بالعصب العنقي الاول . بينما يسمى العصب الذي يخرج من بين الفقرات العنقية السابعة والفقرة الصدرية الاولى بالعصب العنقي الثامن .

وعليه فان ارقام الاعصاب في المنطقة العنقية تكون بالنسبة للفقرة التي تحتها ، بينما تكون في المناطق الصدرية والقطنية والعجزية بالنسبة للفقرة التي فوقها .

السائل المخي الشوكي (Cerebrospinal Fluid) :

يحاط النخاع الشوكي والدماغ بثلاثة أغشية تسمى الام الحنون (Pia Mater) والام العنكبوتية (Archnoid Mater) والام الجافية (Dura Mater) . والحيز تحت العنكبوتية (Subarchnoid Space) بين الحنون والعنكبوتية يكون مملوءا بسائل يسمى بالسائل المخي الشوكي . يتكون السائل المخي الشوكي (س.م.ش) بواسطة الصفائر المشيمية (Choroid Plexus) والتي هي لمات وعائية (Vascular Tufts) في تجاويف الدماغ ويدخل الى حيز تحت العنكبوتية المحيط بالدماغ والحبل الشوكي (عن طريق ثقب لوشكا Foramen of Luschka وماجندي Magendie) ويتكونه مغطسا مائيا فانه يحمي الجهاز العصبي المركزي من الاذى . ويمتص السائل المخي الشوكي بواسطة زغابات العنكبوتية . وهذه الحبيبات العنكبوتية هي امتدادات للحيز تحت العنكبوتية الى داخل الجيوب الوريدية البزل القطني (Lumbar Puncture) :

ان الحبل الشوكي هو اقصر بكثير من القناة التي تحويه ، وهو نفسه يمتد فقط الى الفقرات القطنية الاولى والاعصاب الشوكية التي تخرج من الحبل الشوكي تسير تدريجيا بميلان اكبر نحو الاسفل والسفلى منها تسير بصورة عمودية الى الاسفل كذيل الحصان لتظهر من الفتححات الموافقة لها من الاسفل .

ويمتد الحيز تحت العنكبوتية الى الاسفل الى الشذفة العجزية الثانية . ويتم البزل القطني للحصول على نموذج من السائل الشوكي المخي للتحليل ، اسفل الفقرات القطنية الاولى واعلى الفقرات العجزية الثانية . وعادة يكون في الحيز بين الفقرات القطنية الثالثة والرابعة .

انواع العضل

TYPES OF MUSCLE

العضل المخطط (Striated Muscle) :

اضافة الى العضل القلبي ، فهناك نوعان اخران من العضل في

الجسم فالنوع الاول هو الذي يستخدم في الحركات الارادية يطلق عليه بالعضل المخطط وتستعمل مثل هذه العضلات في الحركات الهيكلية كالمشي والكلام والكتابة وتدخل العضلات التنفسية (بين الاضلاع والحجاب الحاجز) في هذه المجموعة

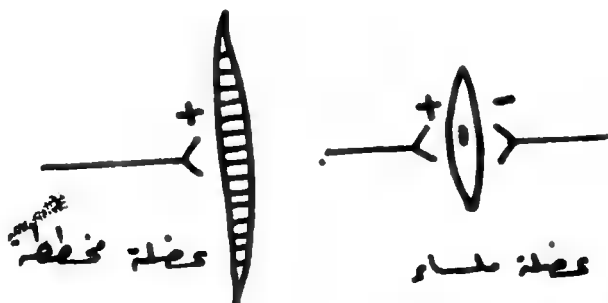
وهذه الخلايا العضلية (الالياف العضلية) تكون طويلة ورقيقة وتظهر تحت المجهر تخطط عرضي وتجهز كل ليفة عضلية بعصب حركي واحد (شكل ١٢٩ اليسار) وعندما تمر النبضات العصبية على طول هذه الاعصاب الحركية ، فان الالياف العضلية تقصر وتقلص العضلة ، وعند عدم مرور اية نبضات عصبية على طول الاعصاب الحركية ، فان العضلة تنبسط وتسمى حالة الانبساط هذه بالارتخاء (Flaccidity)

واذا ما اعترض سبيل العصب الحركي الى العضلة اذى او مرض فان العضلة المجهزة به تصبح مشلولة في حالة انبساط ويطلق على هذه الحالة بالشلل الرخو (Flaccid Paralysis) .

ان جميع الاعصاب الحركية الى العضل المخطط هي جزء من الجهاز العصبي البدني (او الارادي) وهي اعصاب مستفزة او موجبة (+) .

العضل الاملس (Smooth Muscle) :

ويطلق على النوع الثاني من العضل الموجود في الجسم بالعضل الاملس واليافه العضلية تكون اقصر واسمك ، ولا تظهر اي تخطط عرضي تحت المجهر . وتسمى الالياف العضلية هذه ايضا بالالياف العضلية غير المخططة ويوجد مثل هذا النوع من العضل الغير الارادي في السبيل الهضمي والمسالك الهوائية والمثانة والرحم والاوعية الدموية وهو يسيطر على بؤبؤ العين .



شكل ١٢٩- للعضلة المخططة تجهيز عصبي استغزائي واحد . اما العضلات الملساء فانها في معظم اجزاء الجسم تكون معصبة بعصب مستفز واخر مثبط . يصل احدهما من الجهاز العصبي الودي والاخر من الجهاز العصبي اللاودي .

ويكون العضل الاملس في كثير من اجزاء الجسم في حالة تقلص جزئي وهناك اتجاهان يحصل بهما تغير في طوله فالالياف يمكن تقصيرها اكثر او جعلها تطول اكثر .

ولاجل احداث هذين التغيرين ، يوجد للعضل تجهيزان عصبيان . فالعصب الاول يكون مستقرا او موجبا (+) حيث يسبب تقلص العضل ، بينما يكون الاخر مثبطا او سالبا (-) حيث يسبب ارتخائه (شكل ١٢٨ اليمن) .

واذا ما كان المصبان فعالين على التعاقب ، فان تأثير اي واحد منهما يميل الى تعطيل تأثير الاخر . ولن يكون هناك اي تغير في درجة تقلص العضل الاملس اذا ما كانت فعالية كلا المصبين متساوية . ومن ناحية اخرى اذا ما زادت فعالية العصب المستفز على فعالية العصب المثبط فسوف يقصر ليف العضل الاملس . وعلى العكس اذا كانت فعالية العصب المثبط اكثر من فعالية العصب المستفز ، فان ليف العضل الاملس يطول عندئذ .

الجهاز العصبي المستقل

AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM

ان قسم الجهاز العصبي الذي يجهز العضل الاملس يطلق عليه بالجهاز العصبي المستقل (ج.ع.م) .

ويقسم الجهاز العصبي المستقل الى :-

١ - الجهاز العصبي الودي

٢ - الجهاز العصبي اللاودي

وعندما يكون ليف عضل املس تجهيزان عصبيان فان احدهما سيأتي من الجهاز العصبي الودي بينما سيأتي الاخر من الجهاز العصبي اللاودي . وكما سنرى فيما بعد فانه في بعض اجزاء الجسم يكون الودي هو العصب المستفز بينما يكون في الاجزاء الاخرى العصب المثبت وازافة لتجهيز العضل الاملس في الجسم ، فالجهاز العصبي المستقل يجهز كذلك :-

١ - القلب .

٢ - الغدد المفرزة كالغدد المرقية والغدد الهضمية .

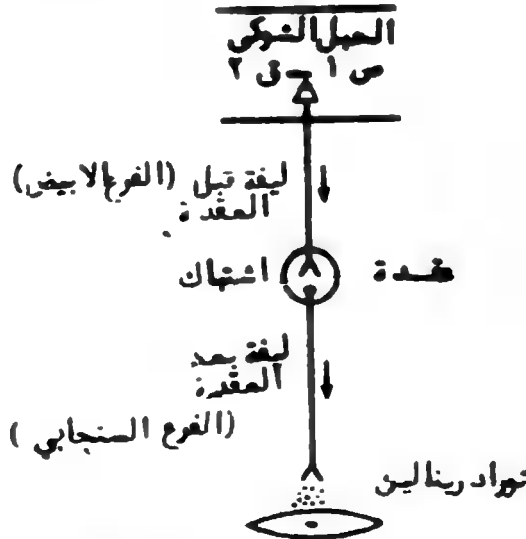
الجهاز العصبي الودي

SYMPATHETIC NERVOUS SYSTEM

الجهاز العصبي الودي هو جهاز ذو عصبتين ، اي ان ليف العصب (او العصبية) الذي يترك الحبل الشوكي لن يصل هو نفسه الى العضل الاملس . فالليف الاول للعصب يقف عند العقدة الودية . ويبدأ الليف الثاني للعصب من العقدة ويسير لمنطقة انتهائه (شكل ١٢٠)

ويسمى ليف العصب الذي يجري من الحبل الشوكي الى العقدة بالليف قبل العقدة (Preganglionic Fibre) ويكون مفصدا اي ان كل محوره عصب تكون مغطاة بمغمد نخاعيني دهني (Myelin Sheath) وهذا الغمد الدهني الابيض يغطي الظهر الابيض للليف العصب ولذا فانه يعرف بالفرع الابيض (White Ramus) .

ويطلق على الليف الذي بعد العقدة (Postganglionic Fibre) ويكون هذا الليف غير مفصدا . فليس له غمدا نخاعيني ابيض ، ويكون سنجابي اللون ولذا فانه يعرف بالفرع السنجابي (Grey Ramus) .



شكل ١٢٠- الجهاز العصبي الودي . وهذا جهاز ذو عصبتين مسع اشتراك بين الليفة قبل العقدة والليفة بعد العقدة . والنقل الكيميائي في النهاية بعد العقدة هو التورادرينالين وهذه هي اعصاب ادرينالية الغل .

وفي العقدة فا ، ليف قبل العقدة يكون بتماس قريب من ليف بعد العقدة مكونين اشتباك (Synapse) . وتنتقل النبضات العصبية في الليف قبل العقدة عبر هذا الاشتباك الى الليف بعد العقدة

التدفق الودي (Sympathetic Outflow) :

ينحصر التدفق الودي قبل العقدة بين ٢ الفقرة الصدرية الاولى والقفنية الثانية . وتكون اصل خلايا الالياف الودية قبل العقدة في القرون الجانبية للمادة السنجابية في هذه الشذفات وتترك الالياف الجبل الشوكي مع الاعصاب الحركية للعضل الارادي عن طريق جذور العصب الامامية (شكل ١٣١)

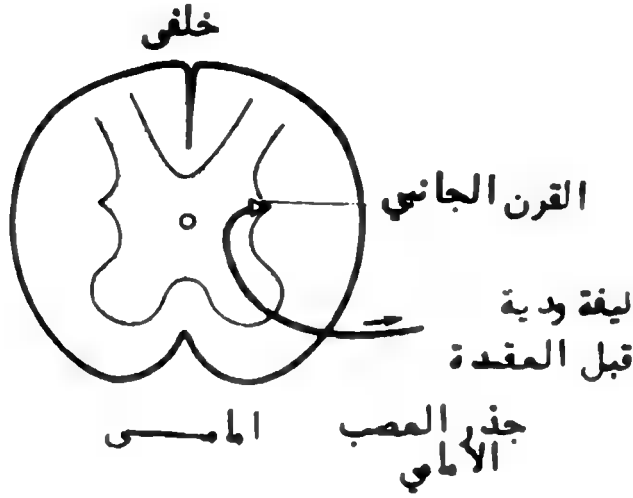
وتوجد الالياف الودية في جذور العصب الامامية للاعصاب الصدرية والقفنية العليا وعلى كل حال فان هذه الالياف قبل العقدة تجري الى الجذع الودي (Sympathetic Trunk) والذي يقع بعد عقدة سنتمرات من على جانبي العمود الفقري (شكل ١٣٢)

ويمتد الجذع الودي عاليا الى العقدة العنقية العليا والتي تقع في الرقبة في مستوى زاوية الفك . ويقع الجذع الودي في ظهر الصدر وتجويف البطن وهو يمتد اسفلا الى الحوض .

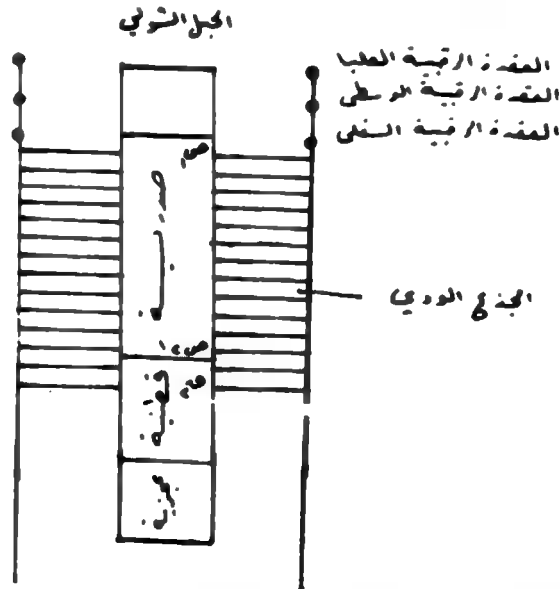
والالياف بعد العقدة تظهر من العقد المصاحبة للجذع الودي على طوله . وعادة ما تنظم مع الاعصاب الشوكية لتذهب الى غايتها . وعليه فان الالياف الودية بعد العقدة الى الساعد واليد تصل عن طريق ثلاثة اعصاب يذنية رئيسة للذراع (الوسطى والكعبري والزندي) وتشذ عن ذلك الالياف الودية بعد العقدة الى الراس والعين والدماغ حيث انها تجري الى غايتها في الفلاف الخارجي للشرابين السباتية وفروعها

وتشذ عن ذلك ايضا الالياف الودية الى السبيل الهضمي حيث انها لا تخرج من الجذع الودي . وبدلا من ذلك فان الياف قبل العقدة تترك الجذع الودي كاعصاب حشوية (Splanchnic Nerves) وترحل في عقد خط الوسط (Mid-line Ganglia) امام الابهر البطني .

والعقد التي يشار اليها بالصفائر (Plexuses) توجد حول تفرعات الابهر البطني وتسمى تبعا لذلك الضفيرة الجوفية (Coeliac Plexus) ، والضفيرة المساريقية العليا (Superior Mesentric Plexus) او الشريان المساريقي العلوي (Superior Mesentric Artery) ، والضفيرة المساريقية السفلى



شكل - ١٢١ - ان منشأ خلايا الالياف الودية قبل العقدة هو في القرون الجانبية للمادة السنجابية للحبل الشوكي .



شكل - ١٢٢ - التدفق الودي ، ان التدفق الودي قبل العقدة محدد بين الشدقات الصدرية الاولى والقطنية الثانية (ص ١٢١) للحبل الشوكي . وتبدأ الالياف بعد العقدة من الجذع الودي والذي يمتد على طول العمود الفقري .

(Inferior Mesentric Plexus) او (الشريان المساريقي السفلي)
(Inferior Mesentric Artery) والصفيرة الخثلية
(Hypogastric Artery) او الشريان الخثلي (Hypogastric Plexus)
وتجري الالياف بعد العقدة من هذه العقدة الى السبيل الهضمي في البطن

وظائف الجهاز العصبي الودي :

يكون الجهاز العصبي الودي فعالا في حالات الاستفزازات العاطفية
والكرب اي في الحالات المصاحبة لما يسمى بتفاعل الكر والفر

ان ازدياد الفعالية الودية تسبب زيادة سرعة القلب وزيادة قوة
تقلص البطينين ، وهذا يؤدي الى ازدياد ضغط الدم اضافة لذلك فانه
يتوسع بؤبؤ العينين ويزداد قطر المسالك الهوائية ويحدث التعرق وان
تقلص عضلات مقفلة الشعرة (Arrectores Pili) يؤدي
بالشعر الى الوقوف وتكون البثرات الجلدية اضافة لذلك فانه تقل
حركة السبيل الهضمي .

وفي مثل هذه الحالة فانه من المحتمل ان يحدث تنبيه التنفس
بسبب ازدياد فعالية العضل التنفسي نتيجة لتأثير المراكز العليا على المركز
التنفي . ولكنه يجب ان نتذكر بان العضلات التنفسية هي عضل مخطط
وهي لذلك ليست تحت سيطرة الجهاز العصبي المستقل (ان العضل في
القصبات والقصبات على كل حال هو عضل املس والذي ينسبط
بواسطة الجهاز العصبي الودي ولذا فان توسع المسالك الهوائية يعود
الى ما سبق)

الناقل الكيماوي الودي :

عندما تصل النبضات العصبية نهاية ليف العصب بعد العقدة . فانها
تسبب تحرر الناقل الكيماوي النورادرينالين (شكل ١٣٠) وهذا
الناقل الكيماوي يوصل المسافة الصغيرة جدا بين نهاية العصب وليف
العضل . ويعمل هذا النورادرينالين على العضل الاملس فيسبب فيه
تقلصا او انبساطا . ويعتمد ذلك على نهاية العصب ان كانت استفزازية
او مثبطة (شكل ١٢٩ اليمين)

ويزال النورادرينالين بسرعة بعد تحرره (وبصورة رئيسة باعادة
اخذه من قبل العصب) مما يجعل العضل قادرا على الاستجابة الى
النبضات العصبية التالية

ان غدد لب الكظر الصماء تحرر النورادرينالين ومشتعه المثلي
الادرينالين كهورمونات عندما تمر النبضات العصبية على طول الالياف

الودية قبل العقدة مؤدية الى الغدة (شكل ١٢١) وكيميائيا فان النورادرينالين والادرينالين هما امينان لمشتق البنزين (Benzene) كاتيكول (Catechol)، واذا لم يرغب الشخص في التفريق بينهما فانه يشار اليهما مجتمعاً بكاتيكولات امينية (Catecholamines)

وعندما تتحرر الكاتيكولات الامينية من لب الكظر ، فانها تستصل عن طريق مجرى الدم الى النهاية العصبية الودية وستزيد من تأثير فعالية المصّب الودي الموضعية . وعليه فانه لها تأثير مقلد الودي (Sympatheticomimetic) اي انها تقلد الودي .

زيادة الفعالية الودية :

ان زيادة الفعالية الودية الموضعية للجهاز العصبي الودي تؤدي الى زيادة تضيق الوعائي والتي تعطل جريان الدم الى ذلك الجزء من الجسم . واذا ما زاد انتشارها فانه سيكون هناك تضيق وعائي عام والذي سيؤدي الى فرط التوتر . وازدياد الفعالية الى الغدد العرقية قد يؤدي الى التعرق الشديد ، لراحة اليدين مثلا .

ان اورام لب الكظر حيث تزداد فيها فعالية انتاج الكاتيكولات الامينية ، تقلد فرط الفعالية الودية والتي تصاحبها زيادة ملحوظة في ضغط الدم . ويطلق على مثل هذه الاورام بسورم القسوان (Phaeochromocytomas)

ويمكن معالجة الشخص المصاب بزيادة فعالية الجهاز العصبي الودي جراحيا باعتراض المسالك الودية . وتسمى مثل هذه العملية بعملية قطع الودي (Sympathectomy)

ان مركبات الحصر الودية (Ganglionic Blocking Agents) هي ادوية تحصر الانتقال عند الاشتباك في العقدة وبذلك تمنع الفعالية العصبية في الليف قبل العقدة من الانتقال الى الليف بعد العقدة والهيكساميثونيوم (Hexamethonium) هو مثال لاحد مركبات الحصر هذه . وهذه الادوية تعطى بديلا عن عملية قطع الودي . ومع الاسف فان الجهاز العصبي اللاودي يحتوي على عقد ايضا . ومركبات الحصر العقدية هذه قد تحصر الجهاز العصبي اللاودي والذي تكون له اثار غير مرغوب فيها كعدم وضوح الرؤيا ونقص في حركة السبيل الهضمي عوامل حصر الفا وبيتا (Alpha and Beta Blocking Agents) :

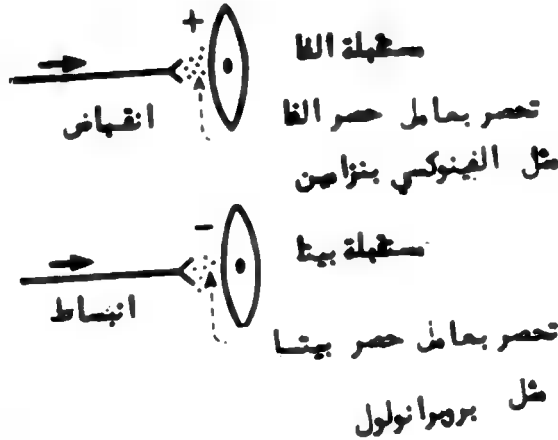
ان نفس المادة الكيميائية نورادرينالين تتحرر من الاعصاب التي تسبب تقلص العضل الاملس والاعصاب التي تسبب انبساطه واختلاف

التأثير هو بسبب اختلاف نوع المستلم الموجود في الخلية العضلية (شكل ١٣٣)

فاذا استجاب المستلم الى النورادرينالين باحداث التقلص في الياف العضل ، يطلق عليه مستلم الفا ومن جهة اخرى اذا كان تأثير النورادرينالين على المستلم هو احداث انبساط العضل فيطلق عليه عندئذ مستلم بيتا

ان الادوية التي تمنع تأثير النورادرينالين على مستلمات الفا يطلق عليها عوامل حصر الفا (Alpha Bloching Agents) ومثال ذلك هو دواء الفينوكسي بنزامين (Phenoxybenzamine)

اما الادوية التي تمنع تأثير النورادرينالين على مستلمات بيتا يطلق عليها عوامل حصر بيتا (Beta Blocking Agents) وتشمل مثل هذه الادوية البروبرانولول (Propranolol) والاكسپرينولول (Oxprenolol)



شكل ١٣٣- المستلمات الودية . يصاحب مستلمات الفا عادة تقلص العضلة اللساء ، بينما يصاحب مستلمات بيتا انبساطها . ومن ناحية اخرى ، فان المستلمات الودية في القلب (العضلة القلبية) تسلك سلوك مستلمات بيتا .

ان الالياف الودية الى القلب والتي تحدث زيادة في سرعته وزيادة في قوة تقلصه تؤثر على مستلمات بيتا وفي الحقيقة فان هذا الشيء غريب ولكنه يجب التذكر باننا نبحث في العضل القلبي وليس في العضل الاملس .

ان زيادة سرعة القلب المتسببة عن زيادة الفعالية الودية كما في الاستفزازات العاطفية يمكن منحه باعطاء الادوية مثل البروبرانولول والبروكتالول (Proctalol) والتي تسبب حصر هذه المستلمات .
مثبطات المونامين اوكسيديز (Monoamine Oxidase Inhibitors)

ان الادوية مقلدة الودي ترجع كيميائيا الى الادرينالين والنوراديينالين وهي تستعمل في ادوية السعال . والمواد التي لها فعل للودي توجد في بعض الاغذية . وهذه جميعا من المونامينات . وتحطم المونامينات في الجسم بواسطة الخميرة مونامين اوكسيديز فاذا ازيلت المونامين اوكسيديز فان فعل تلك الادوية سيزداد .

ومتطلبات المونامين اوكسيديز المستعملة في علاج الكآبة تقوى الامينات المقلدة للودي مثل الافدرين (Ephidrine) والامفيتامين (Amphetamine) والتيرامين (Tyramine) . والتيرامين يوجد في الجبن فاذا ما ثبت العامل المحطم فان الجبن سيسبب فرط التوتر والخفقان وقد يؤدي الى قصور القلب . ولهذا السبب فان المرضى الذين هم تحت علاج مثبطات المونامين اوكسيديز يزودون بقائمة للاطعمة التي يجب عدم تناولها وتشمل القائمة الباقلاء والجبن ومستخلصات اللحم ومستخلصات الخمر واللبن والنبيد الاحمر . وان سوربات فرط التوتر في مثل هذا المريض الناتجة عن تناول الاطعمة الحاوية على المواد مقلدة الودي يمكن علاجها باعطاء عامل حصر الفا

فرط الحساسية (Supersensitivity) :

اذا استنفذت الاعصاب الودية بعدة المقدة من النوراديينالين بدواء مثل البيثانيدين (Bethanidine) فان المستلمات تكون حساسة جدا الى النوراديينالين الدائر . ومثل فرط الحساسية هذه للناقسل (النوراديينالين او الاسيتيل كولين) تحصل بعد ازالة التعصيب في العضل الاملس والعضل الهيكلية وبعض الغدد .

الجهاز العصبي اللاودي

PARASYMPATHETIC NERVOUS SYSTEM

للجهاز العصبي اللاودي تدفق قحفي عجزى (Craniosacral) اي ان الالياف تنشأ في الاعصاب القحفية ومن المنطقة العجزية للحبل الشوكي . والاعصاب القحفية التي تحتوي على الياف لا ودية هي الثالث والسابع والتاسع والعاشر . والعصب القحفي العاشر اوالمبهم هو العصب اللاودي الرئيس في التدفق القحفي ويكون التدفق العجزى من

الفقرات المعجزة الثانية والثالثة والرابعة

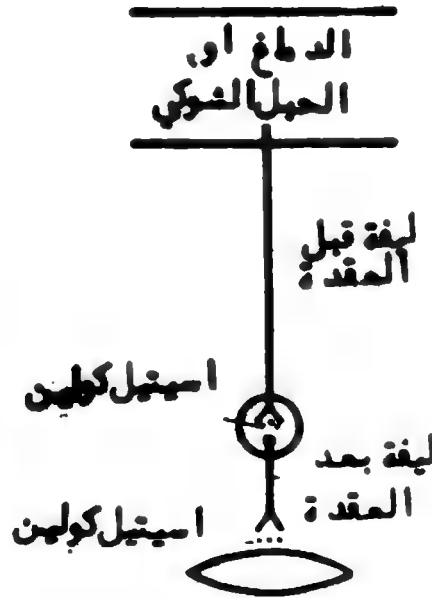
ان اللاودي كالودي جهاز ذو عصبتين ، ولكنه في اغلب الاحيان يكون الليف بعد العقدة قصيرا جدا ، وان العقدة وهذا الليف غالبا مايقعان في العضو المجهز نفسه

وعليه فان العصب المهم الذي يجهز القلب باللياف لا ودية هو الجزء قبل العقدة من الجهاز ذو العصبتين فالعقدة واللياف بعد العقدة تقع في العضل القلبي

وعندما تصل عصبه الى غايتها (شكل ١٣٤) فانها تسبب تحرر الناقل الكيماوي الاسيتيل كولين

وخلافا للب الكظر والجهاز العصبي الودي ، فانه ليس في الجسم عدة صماء تزيد من فعالية الجهاز العصبي اللاودي عن طريق تحرير الاسيتيل كولين كهورمون

ان الاسيتيل كولين المتحرر قد يحدث تقلصا او انبساطا في العضل .



شكل - ١٣٤ - الجهاز العصبي اللاودي . وهذا جهاز ذو عصبتين يتدفق قحفي عجزى قبل العقدة . والناقل الكيماوي في النهاية بعد العقدة هو الاسيتيل كولين . وهذه اعصاب كولينية الفعل .

ولحد الان فان المستلمات اللاودية لم تصنف كالودنة على الرغم من ان الاستيتيل كولين قد يسبب احد هذين التأثيرين

ان كلا نوعي فعالية الاستيتيل كولين يمكن حصرها بالادوية الاتروپين (Atropine) ، والهوسين (Hyoscine) (الكوبالامين - Scopalamine)

وكالنورادرينالين فان الاستيتيل كولين يزال بسرعة بعد تحرره . وفي هذه الحالة بواسطة الخميرة الكولين استيريز (Cholinesterase)

ان الدواء كارباكول (Carbachol) يقلد تأثير الجهاز العصبي اللاودي (مقلد اللاودي Parasympatheticomimetic) وهو غالبا ما يستعمل بدلا من الاستيتيل كولين لزيادة فعالية الجهاز العصبي اللاودي .

وظائف الجهاز العصبي اللاودي :

في اغلب اجزاء الجسم يكون تأثير الجهاز العصبي اللاودي هو عكس تأثير الجهاز العصبي الودي فهو يبطئ القلب ويخفض ضغط الدم ، ويضيق البؤبؤ ويضيق المسالك الهوائية . اضافة لذلك فان الجهاز العصبي اللاودي يسرع في هضم الطعام ويلعب دورا مهما في عمليتي التغوط والتبول فهو الآلية المفرغة للجسم

وينبه الجهاز العصبي اللاودي انتاج اللعاب والمصارة المعدية والمصارة البنكرياسية ويزيد من حركة السبيل الهضمي ، وبنفس الوقت فهو ييسط المصرات (Sphincters)

ان الجهاز العصبي اللاودي هو جهاز اكثر تمييزا من الجهاز الودي ، اي ان فعاليته في اي وقت كان قد تحدد لاعضاء معينة او لاجزاء في الجسم

التأثير الموحد للجهازين العصبيين الودي واللاودي

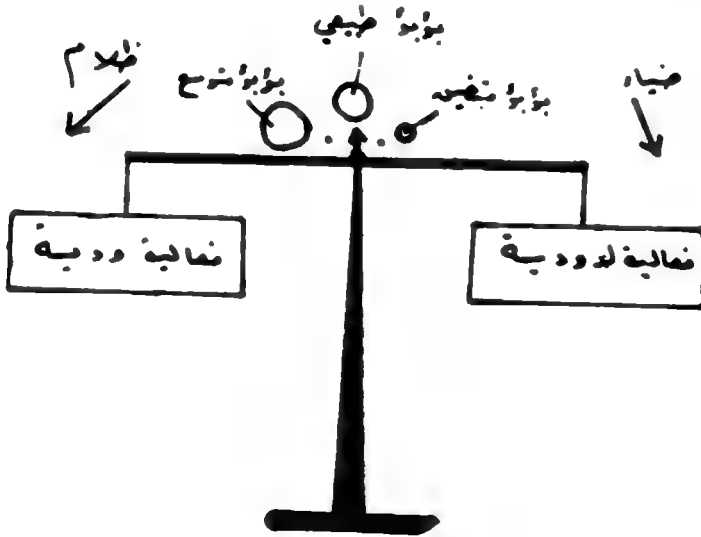
حيث ان الفضل الامس في الجسم له تجنيزان عصبيان ولذا فهناك طريقان يمكن معهما تحويل الفعالية فعله يمكن جعل الفضل تنقلص اكثر عن طريق زيادة فعالية العصب المستفز او بتنشيط تأثير العصب المثبط ويمكن تشبيه ذلك بفريقين متنافسين للسحب لهما نفس التجهيز وان لاي واحد منهما التغلب اذا ما زاد من قوة سحبه او لم يسحب الاخر بقوة

سعة البؤبؤ (Size of Pupils) :

ان سعة بؤبؤ العين تعتمد على التوازن بين فعالية الجهاز العصبي الودي والتي تميل الى توسيع البؤبؤ ، وبين فعالية الجهاز العصبي اللاودي التي تميل الى تضيق البؤبؤ حتى يكون بؤبؤا كراس الدبوس (شكل ١٣٥) . وفي الحالات الطبيعية ، فان كلا قسمي الجهاز العصبي المستقل يكون في حالة فعالة ويكون البؤبؤ بسعة وسط تعتمد على شدة الضوء .

واذا ما اريد سريريا توسيع البؤبؤ لاجراء فحص داخلي للعين ، فانه اما ان تزداد في تلك الحالة فعالية الجهاز العصبي الودي ، او ان تقل فعالية الجهاز العصبي اللاودي . والطريقة الاخيرة هي المتبعة عادة . حيث تنقط في العين نقط الهوماتروبين (Homatropine) (مشتق ذو تأثير قصير للاتروبين) كي تقلل من الفعالية اللاودية . ويصبح الودي الان غير معاكس ويتوسع البؤبؤ

ويستحصل الاتروبين من النباتات اتروبايلادونسا (Atropa Belladonna) (نبات ست الحسن) . ويعود ذلك الى الزمن الذي كان النساء فيه يوسعن من بؤبؤ اعينهن باعتبار ذلك نوعا من الزينة وذلك بوضع خلاصة هذا النبات في العين . وبدون ان يعلمن بانهن يشلن الاعصاب اللاودية المضيق للبؤبؤ تاركات بذلك الاعصاب الودية الموسعة



شكل ١٣٥ - سعة البؤبؤ . ان التوازن بين الفعالية الودية واللاودية هو الذي يعين السعة .

للؤبؤ دون معاكسة . ويحدث توسع البؤبؤ في الظلام وفي الاستفراغات العاطفية بسبب زيادة الفعالية الودية .

شنج القصبات (Bronchospasm) :

تحتوي المسالك الهوائية على عضل املس . ولهذا العضل املس تجهيز عصبي ودي ولا ودي فيحدث الجهاز العصبي الودي توسع القصبات ، بينما يحدث الجهاز العصبي اللاودي تضيقها . وعندما يكون الجهازان فاعلين فان سعة القصبات تكون وسطا .

واذا حدث وانازدادت فعالية اللاودي، او اذا ما تضيق القصبات وذلك من تحرر الهستامين بعد تفاعل مستضد الضد ، يحصل عندئذ تضيق القصبات . ويكون هذا الشنج القصبي في الربو .

وللتفريج عن هذه الحالة ، فانه من الضروري اما زيادة الفعالية الودية او خفض الفعالية اللاودية . وحقنن الادريالين او النورادريالين تسبب زيادة عامة في الفعالية الودية ، ولكنه لاحداث استجابة موضعية فقط ، فان هذه المواد قد تعطى عن طريق الاستنشاق . فالايروبيريالين (Isoprenaline) هو مشتق من النورادريالين والذي يكون فاعلا بصورة خاصة على مستلمات بيتا هذه (مسببة الانبساط) ويستعمل رذاذ الايروبيريالين في علاج شنج القصبات . ويجب الحيلة من الآثار المؤذية من زيادة مقدار الرذاذ ، وذلك بسبب فعله المقلد للودي حيث ان زيادة تنبيه الجهاز العصبي الودي يؤثر على القلب وقد يؤدي الى الرجفان البطيني .

واضافة لذلك فانه قد يخفض اللاودي بواسطة الاثروبين او الادوية المماثلة ولكن لهذه تأثيرا عاما في خفض جميع الجهاز العصبي اللاودي . واذا كان الشنج القصبي مظهرا ارجيا (كما في حمى الكلا Hay Fever) فان ادوية مضاد الهستامين والكورتيزول قد تستخدم لكبت تفاعل مستضد - الضد .

السبيل الهضمي :

يجهز المبهم (الودي) السبيل الهضمي والغدد الهضمية من المريء والمعدة والعفج والصائم واللغائفي والى الاعور والقولون الصاعد وجزا من القولون المستعرض ، وبقية القولون المستعرض والقولون النازل والقولون السيني والمستقيم وقناة الشرج فانها تجهيز بلا ودي عجزي ويجهز اللاودي العجزي ايضا المثانة واعضاء التناسل الخارجية ويسكون التجهيز الودي عن طريق الاعصاب الحشوية .

ويزيد الجهاز العصبي الودي من حركة السبيل الهضمي وينتج العصارات المعدية . ويقلل الودي من ناحية أخرى من حركة السبيل الهضمي . وعليه فان الفعالية اللاودية الكبيرة ستؤدي الى المرور السريع للطعام خلال الامعاء والذي قد يؤدي الى سوء امتصاصه والفعالية اللاودية القليلة جدا او الفعالية الودية الكبيرة جدا تؤدي على العكس الى ابطاء الحركة على طول السبيل الهضمي ومن المحتمل ان تؤدي الى حجب شللي (Paralytic Ileus) . وتعالج مثل هذه الحالة بزيادة الفعالية اللاودية باعطاء مشتقات الاسيتيل كولين مثل الكاربامكول

العلاج التمهيدي قبل المخدر :

اذا ما كان المريض غير واع او مخدرا ، فانه لن يستطيع البلع ونتيجة لذلك فان اي لعاب متكون سيستنشق الى الرئتين ولنسحق حدوث هذا اثناء التخدير ، فان التجهيز اللاودي الى الغدد اللعابية التي تسبب الالام ، تحصر باعطائه علاجا تمهيدا يحتوي على الاتروبين او الهوسين . ويستخدم الاتروبين في الاطفال وكبار السن ولكنه حيث انه يميل الى التأثير كمنبه عقلي ، فانه عادة ما يستبدل في البالغين بالهوسين (سكوبال امين) . ويميل الهوسين الى كبت الدماغ مركزيا مؤديا الى النسيان .

ان هذه الادوية التي تحصر الجهاز العصبي اللاودي تخفف ايضا حركة السبيل الهضمي وتقلل من احتمال التقيء . ويستعمل الهوسين بجرع قليلة كدواء مضاد لدوار البحر ودوار السيارة . ويشمل العلاج التمهيدي ايضا دواء مسددا - مهدئا (Sedative-tranquillizing) .

التفوط (Defaecation) :

يلعب الجهاز العصبي اللاودي المجزي دورا مهما في التفوط فهو يسبب تقلص المستقيم وانبساط مصرة الشرج الداخلية .

وبعد السنة الاولى او حوالها من الحياة ، فان المصرة الخارجية والتي هي تحت سيطرة الدماغ عن طريق الجهاز العصبي البدني ، يجب ان تنبسط ايضا قبل عملية التفوط . فاذا ما اتلف الدماغ او تضرر الحبل الشوكي ، فان المنعكس اللاودي الاساسي سيعاد تنظيمه بحيث يحدث التفوط عند امتلاء المستقيم بالفائط .

التبول (Micturation) :

تتكون المثانة من عضل املس تحت تأثير الجهاز العصبي الودي واللاودي . ويسبب اللاودي تقلص عضل المثانة وانبساط المصرة الداخلية

وحدوث التبول وتوجد مصرة خارجية تحت السيطرة الارادية والتي تتطور فعاليتها في السنة الاولى من الحياة ولذلك فانه كالتفوط يحدث البول فقط عند انسياط المصرة الخارجية . فاذا ما فقدت هذه السيطرة الارادية فان اللاودي عندئذ سيحدث التبول عند امتلاء المثانة .

ان الجهاز العصبي الودي يسط عضل المثانة ويسمح بامتلاء المثانة . وهو ايضا يقلص المصرة الداخلية .

وعند مرور البول الى المثانة يزداد الضغط فيها ومن ثم بعد فترة ينسبط جدار المثانة ويهبط الضغط قليلا ويستمر هكذا الازدياد التدريجي لضغط المثانة الى ان يكون الضغط كافيا كي يصل الى الشعور لتحصل الرغبة في التبول .

وفي المرضى الذين ليست لهم فعالية لاودية كافية ، فانه يمكن تسهيل التبول بواسطة حقن الكارباكل .

الفقد العرقية :

تعصب الغدد العرقية بالاعصاب الودية فقط ولا تتجه الياف لاودية الى الغدد العرقية وعلى كل حال فان الالياف الودية تحرر الاستيل كولين بدلا من النورادرينالين ويمكن حصر التعرق بواسطة الاتروبيين

الاوعية الدموية :

تحتوي الاوعية الدموية في الجسم على عضل امس في غلافها الخارجي والذي يجهز بواسطة الجهاز العصبي الودي وهذه الفعالية العصبية الودية تؤثر في الجزء الاكبر على مستلمات الفا فتقلص بذلك الاوعية الدموية (انظر التضييق الوعائي) والاوعية الدموية في الغدد للعابية واعضاء التناسل الخارجية لها فقط اعصاب لاودية موسعة للاوعية بالاضافة الى الاعصاب الودية المضيقة للاوعية .

ملخص لفعالية الجهاز العصبي المستقل :

يكون الجهاز العصبي الودي فعلا جدا في حالات الاستفزازات العاطفية وغالبا ما يشار اليه بجهاز الكر والفر وفعاليتة تحت هذه الظروف تزداد بتحرر الكاتيكولات الامينية من لب الكظر ولللاودي فعل معاكس وان ازدياد الفعالية اللاودية اثناء النوم تحدث مثل هذه التغيرات كابطاء القلب

ان الجهاز العصبي اللاودي هو الالية المفرغة للجسم وهو يستخدم في حركة الطعام على طول السبيل الهضمي . وهو يستخدم في التفوط وفي التبول .

جدول (٦)

المضو الجھز	الفعالية الودية	الفعالية اللاودية
بؤبؤ العين المسالك الهوائية والقصبات	توسع	تضييق تضييق
والقصبات	توسع	افراز اللعاب وتوسع الاوعية
الفرد اللعابية	-	الدموية
القلب	تسريعه وزيادة قوة التقلص الاذيني	ابطاؤه
السبيل الهضمي	تقليل التحرك	زيادة التحرك
ممرات السبيل الهضمي	تضييق	انبساط
المستقيم	السماح بالامتلاء	الفرغانه ، انبساط الممرات الشرجية الداخلية
الثانة	السماح بالامتلاء	الفرغها ، انبساط الممرات الداخلية
الاوعية الدموية	التضييق الوعائي	لا يوجد (ما عدا الفرد اللعابية واعضاء التناسل الخارجية - توسع)
الفرد العرقية	تغرق	لا يوجد

ان الفعالية اللاودية محددة بالجذع والجمجمة فلا توجد الياف
لاودية في الذراعين والساقين

ان شلل الودي العنقي يؤدي من ناحية الى متلازمة هورنر
(Horner's Syndrome) والتي هي تضيق البؤبؤ من جانب واحد
وتدلي الجفن العلوي (Ptosis) والخصوص (Enophthalmos)
وانعدام التعرق .

٢٠ - الاعصاب الحركية والحسية

MOTOR AND SENSORY NERVES

الاعصاب الحركية (Motor Nerves) :

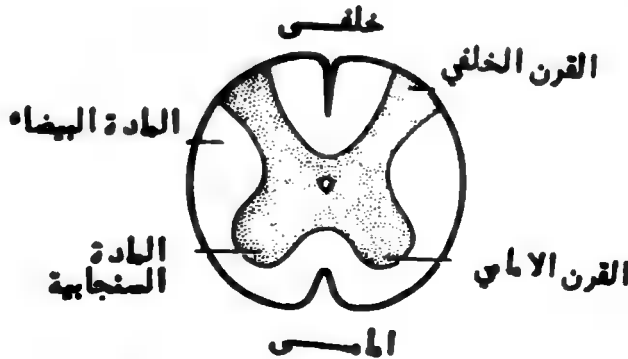
ان مقطعا عرضيا في الحبل الشوكي يظهر مركزا بشكل منطقة (H) تكون سنجابية اللون محاطة بمنطقة خارجية بيضاء اللون وللمادة السنجابية قرنان اماميان واخران خلفيان (شكل ١٣٦) وتتكون المادة السنجابية من الخلايا العصبية ، بينما تتكون المادة البيضاء المحيطة بها من الالياف العصبية .

توجد اصول الاعصاب الحركية في القرون الامامية للمادة السنجابية والالياف العصبية التي تخرج من خلايا القرن الامامي ، تترك الحبل الشوكي من طريق جذور العصب الامامي . وهذه الاعصاب الحركية والتي تسمى ايضا بالاعصاب الصادرة (Efferent) تجهز العضلات المخططة (الارادية)

الوحدات الحركية

MOTOR UNITS

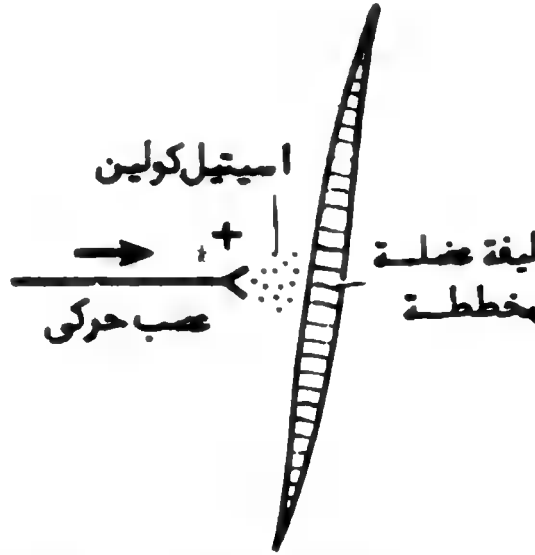
ليف العضل المخطط لا يتقلص الا عندما تمر النبضات العصبية على طول عصبه الحركي (شكل ١٣٧) وكل ليف عضلي يحتاج الى تجهيز عصبي لكي يتقلص . ولكنه اذا ما حسبت اعداد الالياف العصبية واعداد خلايا القرن الامامي وجدت بان هناك اعدادا من الالياف العضلية اكثر من خلايا القرن الامامي . لذا فان خلية قرن امامي عليها تعصيب الياف عضلية



شكل ١٣٦- مقطع عرضي للحبل الشوكي . ان مقطعا في الحبل الشوكي يظهر منطقة مركزية للمادة السنجابية (الخلايا العصبية) محاطة بالمادة البيضاء (الالياف العصبية) .

كثيرة وفي عضلات الساق فان ٢٠٠ ليف عضلي قد يشترك مع خلية قرن امامي واحدة وفي العضلات الخارجية للعين حيث الحاجة الى قوة صغيرة كي تسير الكرة ، فان خمسة الياف عضلية تجهز بخلية قرن امامي واحدة

ان كل خلية قرن امامي تخرج محورة واحدة تترك عن طريق جذر



شكل -١٣٧- ليفة عضلة مخططة . ان العصب المستفز للعضلة المخططة يحرر الاستيتل كولين في نهاية العصب .

العصب الامامي (شكل ١٣٨) وعندما تصل هذه المحورة الى العضل المجهز ، فانها تتفرغ لتجهز مجموعة الالياف العضلية المخططة (شكل ١٣٩) ان هذه العصبية (Neurone) الحركية وجميع الالياف العضلية المجهزة بنفس خلية القرن الامامي تكون الوحدة الحركية .

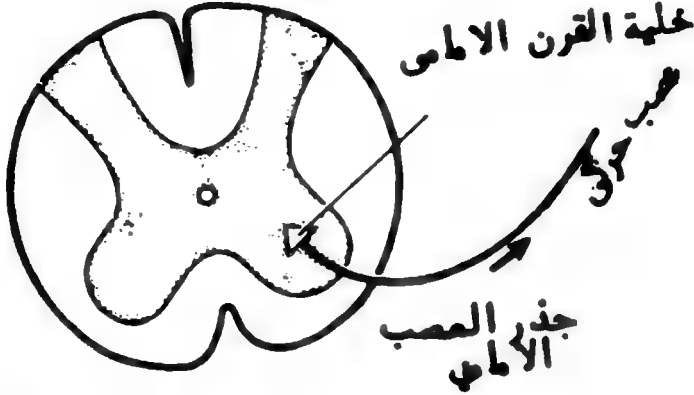
ان الوحدة الحركية تكون الاساس في الحركة الارادية وان كل عضل تشريحي يحتوي على عدة الاف من الوحدات الحركية ولكن الحركة تتم باعتبار الوحدات الحركية اكثر من العضلات التشريحية

عندما ترسل خلية القرن الامامي نبضة عصبية على طول العصب الحركي فانه يتقلص عندئذ كل ليف عضلي في الوحدة الحركية ولا تستجيب الالياف المفردة بنفسها ما دام العصب الحركي سليما

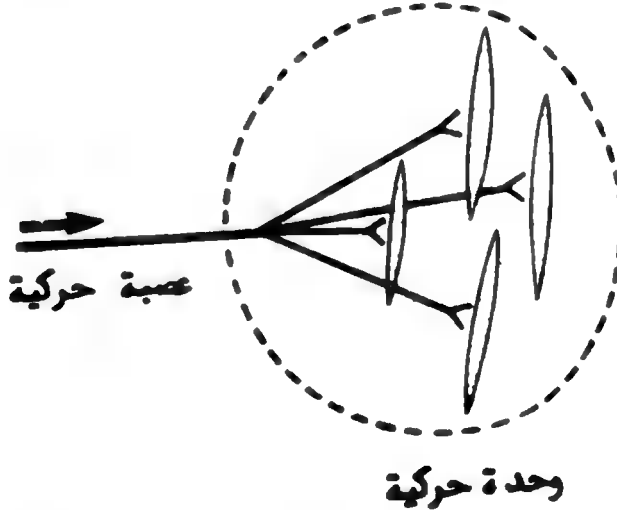
فاذا قطع العصب الحركي انشلت الوحدة الحركية ولا تلعب بعد ذلك دورا في الحركات الارادية . وفي مثل هذه الظروف فقط فان الالياف

المفردة قد تنتفض مؤدية الى حالة تسمى (Fasciculation)

وتتدرج الحركة الارادية حسب السرعة التي تطرحها خلايا القرن الامامي . واذا كانت خلية قرن امامي صامتة (ترداد الطرح صفر) فان وحدتها الحركية تنبسط . واذا ما كانت جميع الوحدات الحركية لعزل



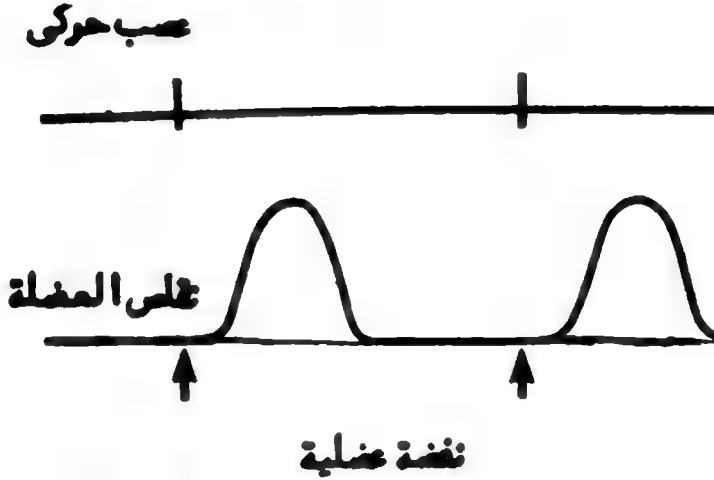
شكل ١٢٨- خلية القرن الامامي . يكون منشأ الاعصاب الحركية في خلايا القرن الامامي في المادة السنجابية للجبل الشوكي . وتخرج الاعصاب عن طريق جذور العصب البطني (الامامي) .



شكل ١٢٩- الوحدات الحركية . ان كل عصبة حركية تجهز عددا من الياف العضلة المخططة حيث تقلص وتنبسط سوية . وهي تكون الوحدة الحركية .

تشريحي منبسطة فان العضل عندئذ يكون مرتغيا .

واذا كان طرح خلية القرن الامامي بطيئا جدا كنبة واحدة في الثانية مثلا ، فان الوحدة الحركية ستنتفض مع كل نبضة عصبية (شكل ١٤٠) . ان الرسم العلوي يبين التفريعات الكهربائية في العصب (مخطط العصب الكهربائي) . وان اللروة (Spike) او وسع الفعسل (Action Potential) يعود الى كل نبضة عصبية .



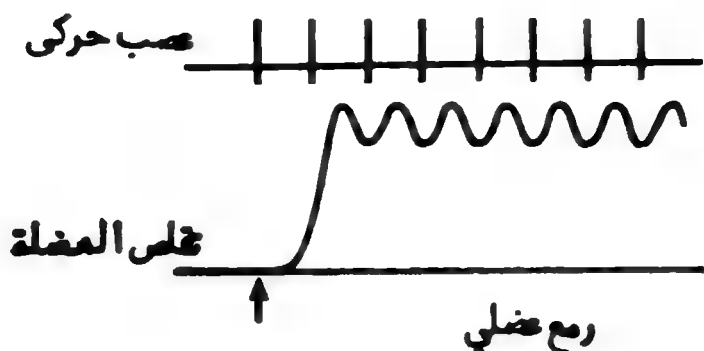
شكل - ١٤٠ - تستجيب العضلة لكل منه عصبى (الرسم الاعلى) بتقلص واحد . ويطلق على هذا التقلص القصير بالنبضة .

وبين الرسم الاسفل بانه بعد فترة قصيرة من وصول النبضة العصبية ، فان العضل يحدث تقلصا حادا قصيرا . وهذا التقلص يسمى بنفزة العضلة (Muscle Twitch) .

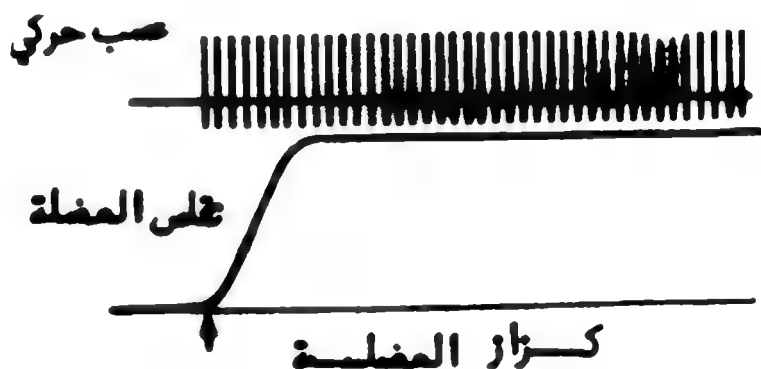
واذا ازداد تردد طرح خلية القرن الامامي الى ٢٠ نبضة في الثانية ، فيحصل عندئذ تقلص مستمر اكثر للوحدة الحركية ، وهذا التقلص يظهر هزهة او رعشة مركبة (شكل ١٤١) . ويطلق على هذه الحالة من التقلص المرتعش بالرمع (Clonus) .

وعندما يكون تردد طرح خلية القرن الامامي قد ازداد الى اكثر من ٥٠ نبضة بالثانية ، فانه يحصل تقلص اقوى واثبت (شكل ١٤٢) . وهذه الحالة من التقلص المعزز تعرف بالكزاز (Tetanus) .

ان هذا السلوك للوحدة الحركية قد جاء من سلوك العضل انشريحي عند تنبيه عصبه الحركي كهربائيا . ان التحضير المستخدم عادة لعرض هذه الاستجابات هو تحفيز العصب الوركي (Sciatic Nerve)



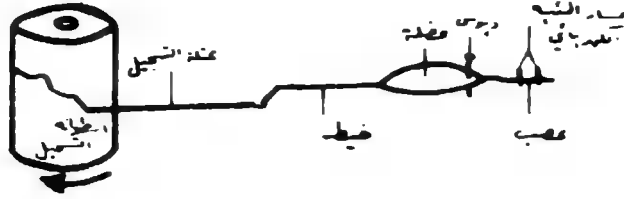
شكل - ١٤١ - عضلة تستجيب الى سلسلة من المنبهات العصبية بسرعة
مكررة واطئة (١٠-٢٠ في الثانية) (الرسم الاعلى) بتقلص
مرتضى يعرف بالرمع (الرسم الاسفل) .



شكل - ١٤٢ - عضلة تستجيب الى سلسلة من المنبهات العصبية بسرعة
مكررة عالية (٥٠-٢٠٠ في الدقيقة) (الرسم الاعلى) بتقلص
مستمر يعرف بالكزاز (الرسم الاسفل) .

العضل التوأمي للضفدع (شكل ١٤٣) . ولكنه قد يمكن عرض النفقات
والرمع والكزاز في الانسان بتنبيه التخلّة الحركية لعضلة الاصبع الثانية
السطحية في الساعد وتسجيل ثني اصبع البنصر

وفي تحضير العصب العضلي للضفدع ، فانه ينبه العصب الوركي
كهربائيا ويسجل التقلص الناتج في العضلة التوأمية الساقية ، اما بواسطة
حركة عتلة مع مؤشر كتابة على اسطوانة دوارة (تسجيل متساوي التوتر) ،
او الكترونيا باستعمال معيار اجهاد (تسجيل متساوي الطول) (Isometric) .



شكل - ١٤٢ - تحضير العضلة والمصّب . وتستعمل لذلك العضلة التوتمية الساقية للصفدع . وينبه المصّب كهربائياً . ويسجل التقلص العضلي على اسطوانة دوارة (مخطاط الحركة) .

واذا ما سمح لعضل بالقصر فان التقلص يسمى متساوي التوتر (Isotonic) واذا ما سمح له باظهار توتر دونما قصر . بجذبه ضد لولب قوي جدا فان التقلص يسمى متساوي الطول (Isometric) وان معظم الانعزال الارادية هي خليط من هذين النوعين وان جذب جسم باتجاهك هو مثال على التقلص متساوي التوتر وجذب جسم لا يتحرك هو مثال على التقلص متساوي الطول

ويستخدم منها كهربائياً ذو قوة كافية لاشراك جميع الوحدات الحركية . وكلما ازداد تردد التنبيه ، فان التغيير يمكن عرضه من النفقة البسيطة الى الرمع ومن ثم اخيراً الى الكزاز .

تدرج التقلص العضلي :

باستعمال عضلة كالمضلة ذات الراسين فانه من الممكن عمل تقلص ضعيف او تقلص قوي وتعين القوة بعدد الوحدات المستخدمة في هذا العضل . وكلما ازداد عدد الوحدات الحركية المشتركة في هذا العمل ، فانه تزداد قوة الحركة الارادية . وان قوة التقلص لكل وحدة حركية نفسها تعتمد على سرعة النبضات العصبية المرسلة اليها اي سرعة طرح خلية القرن الامامي

ويمكن زيادة قوة تقلص الوحدة الحركية المفردة من الانبساط التام ان كانت خلية القرن الامامي صامتة : الى سلسلة من النبضات ان كان طرح خلية القرن الامامي بسرعة واطئة من ١-٢-٣ نبضات في الثانية . والى الرمع ان كانت سرعة الطرح من ١٠-٢٠-٣٠ نبضة في الثانية واخيراً الى الكزاز عندما تكون سرعة الطرح من ٥٠-٢٠٠ نبضة في الثانية

ان معظم سرعة الطرح خلايا القرن الامامي التي تستخدم في الحركات

الإرادية هي ٢٠٠ نبضة في الثانية وهذه السرعة في الطرح تستخدم فقط عند عمل تقلص قوي جدا

الطرح غير المتزامن (Asynchronous) لخلايا القرن الامامي :

ان عضلا تشريحيًا لا ينتفض عندما تكون سرعة الطرح الى الوحدة الحركية واطئة (بمعدل نبضة في الثانية) وذلك لعدم تزامن تفجير خلايا القرن الامامي . وعليه فان تقلص الوحدات الحركية المجاورة يكون غير منظم . فبينما تتقلص واحدة منها فان الوحدات الاخرى تنبسط . وبالتالي فان من الوحدات الحركية في عضل تشريحي بغير تزامن ، فانه ينتج تقلص مستمر ثابت

لقد اعتاد الجنود عند عبور جسر ان يخالفوا من نظام وقع اقدامهم على الارض ، حيث انهم اذا ما ساروا بانتظام ، فان تذبذب الجسر قد يؤدي الى انهياره بينما في عدم انتظام مشيهم فانه يكون هناك ضغطا ثابتا على الجسر

واذا ما اصبح تفجير خلية القرن الامامي متزامنا في الانسان ، فانه ستحصل الرعدة (Tremor) . لذلك فان مريض الرعدة يكون عنده تفجير خلايا القرن الامامي المجهزة لمجموعة من العضل متزامنا .

ان جميع الوحدات الحركية في العضلات الإرادية نادرا ، ما تستعمل قابليتها القصوى ان لم تكن ابدا . ويظهر ان حصر العصب يكون في الفترة الحركية للدماغ والتي لا تشترك كل خلايا القرن الامامي الممكنة بقابليتها القصوى . ان القوة البشرية الخارقة في الحالات الطارئة تعطى فكرة عن القوة الحركية الكاملة المتوفرة . وعليه فان هناك احتياطي كبير من القوة العضلية التي لا تستخدم عادة

ان المريض الذي سبق وان اصاب بالتهاب سنجابية النخاع (Poliomyelitis) يكون قد فقد عددا كبيرا من خلايا القرن الامامي كنتيجة لهذا الخمج الحموي . وانه من الضروري تشجيع هؤلاء المرضى على الاستفادة الكاملة من الوحدات الحركية المتبقية .

ان احد اسباب وجود الزحام في سباق رياضي ، هو تشجيع المتنافسين لاستعمال العدد الاقصى من الوحدات الحركية كي يتمكنوا من اعطاء الاداء الافضل . وبعد الاداء الرياضي الطويل فان المتنافس قد يشكو من التعب . وحتى لو ان المتنافس سقط على الارض اعياء فان الاعصاب والعضلات تكون لا زالت قادرة على الاستجابة عند تنبيهها كهربائية والتعب يكون اساسا في الدماغ

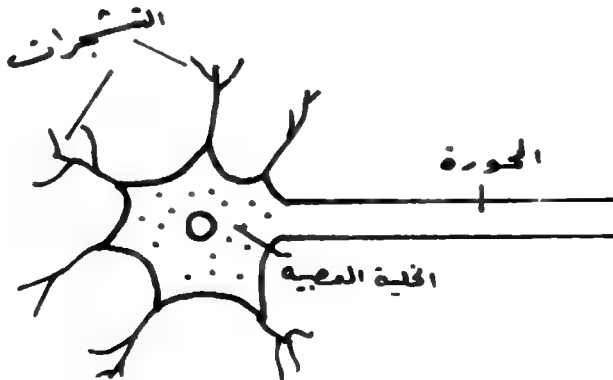
الخلية العصبية

THE NERVE CELL

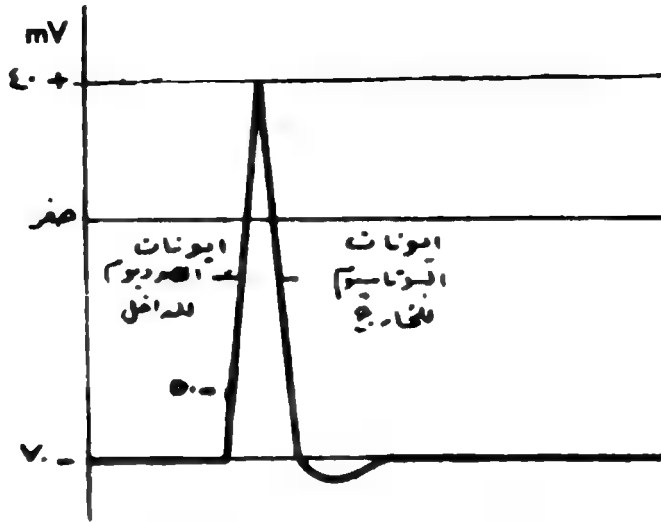
يصاحب توليد النبضة العصبية تغيرات في الخلية العصبية .
 وشكل (١٤٤) يبين خلية عصبية مع جسم الخلية والمحورة والتشجرات .
 والنتوء الطويل الذي يبدأ من الخلية العصبية الى الوحدة الحركية يطلق
 عليه بالمحورة (Axon) . والخلية العصبية ونواتها تعرف بالعصبية
 (Neurone) . وتلك هذه الخلية العصبية ونواتها سلوك بطارية
 صغيرة . وان الزائنية الساكنة داخل الخلية العصبية هي - ٧٠ ملي
 فولت (م.ف)

ان الملي فولت الواحد يساوي واحد بالالف من الفولت . وهذه
 الفولطية يمكن تمثيلها على رسم بياني (شكل ١٤٥) ولكي تبان بان
 الفولطية سالبة ، فانها توضع اسفل الخط الاساس . ان اصطلاح الوسع
 (Potential) قد يستعمل كبديل للفولطية . ولذا فانه قد يمكننا
 القول بان وسع السكون (Resting Potential) للخلية العصبية هو
 - ٧٠م.ف .

ان داخل الخلية العصبية كما هو في بقية خلايا الجسم ، يحتوي على
 املاح البوتاسيوم . وتعطى هذه الاملاح ايونات البوتاسيوم (K^+)
 والخلية العصبية تكون محاطة بالسائل النسيجي . والملح الرئيس في هذا
 السائل النسيجي هو كلوريد الصوديوم والذي يعطى ايونات الصوديوم
 (Na^+) .



شكل - ١٤٤ - عصبية . وهذه تتألف من خلية عصبية ونواتها (المحورة
 والتشجرات) . وحبيبات نسل في الخلية تكون مفقودة حول
 منشأ المحورة .



شكل ١٤٥- ان فولتية السكون (الوسع) في خلية عصبية هي ناقص ٧٠ ملي فولت . وان عصبية مستفزة تشتبك مع هذه الخلية تميل لجعل هذه الفولتية اقل . وعندما تصل الفولتية مستوى حرجا هو ناقص ٥٠ ملي فولت ، تتغير نفوذية الفشاء فتندفع ايونات الصوديوم داخلا وتتولد نبضة عصبية . وتتغير فولتية الخلية بسرعة الى زائد ٤٠ ملي فولت ، وعندئذ تخرج ايونات البوتاسيوم وتعود فولتية الخلية الى ناقص ٧٠ ملي فولت مرة اخرى . وتستغرق جميع الحثية واحد من الالف من الثانية (= ١ ملي ثانية) .

وعليه فان هناك ايونات للبوتاسيوم داخل الخلية العصبية وايونات للصوديوم خارجها

وفي حالة السكون فان ايونات الصوديوم تمنع من دخول الخلية العصبية بواسطة مضخة الصوديوم (Sodium Pump) وهذا هو الاسم المعطى للحدثيات الايضية ، حيث ان اية كمية من الصوديوم تدخل الخلية تبرز راسا الى خارجها (شكل ١٤٦)

وشبيه ذلك هو الباب الدوار في فندق فان اي شخص غير مرغوب فيه يحاول الدخول من هذا الباب يكون من السهل طرده بدفعة صغيرة من البواب حيث ندفع للخارج بينما تدور الباب مرة اخرى

ان النبضة العصبية حدث عابر اذ انه لفترة قصيرة جدا من الوقت

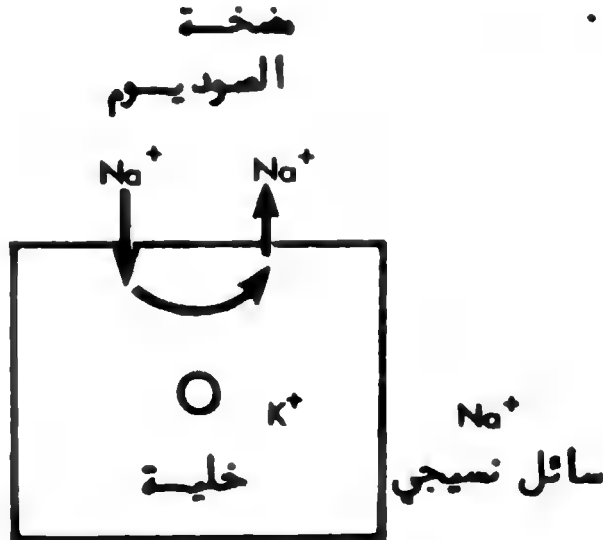
يتغير غشاء الخلية لكي يسمح لأيونات الصوديوم بالدخول . وعند دخول أيونات الصوديوم الى الخلية ، فإنها تأخذ معها شحنات موجبة تغير بها الفولطية داخل الخلية من - ٧٠ ملي فولت الى + ٤٠ ملي فولت (شكل ١٤٥) . ويطلق على هذه الحديثة زوال الاستقطاب (Depolarization) . وبعد ذلك رأسا فان عددا مساويا من ايونات البوتاسيوم تترك الخلية معيدة الفولطية الى سابق مقدارها - ٧٠ ملي فولت .

ان تغير الفولطية من - ٧٠ فولت الى + ٤٠ ملي فولت هو تغير

ل ١١٠ ملي فولت او تقريبا — من الفولت . ويطلق على هذا

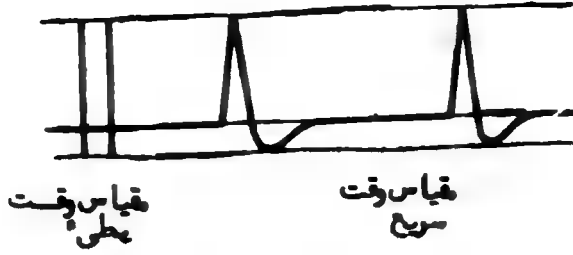
التغير الفجائي في الفولطية بوسع الفعل (Action Potential)

وعلى مقياس وقت بطيء ، فان وسع الافعال تشبه سلسلة من اللدورات (شكل ١٤٧ اليسار) . وعلى مقياس وقت اسرع ، فان طريقة تغيرات الفولطية يمكن مشاهدتها في شكل (١٤٧ اليمين) . ويطلق على تسجيل الفعالية المارة على طول العصب بالمخطط العصبي الكهربائي (Electroneurogram) . وان كل ذروة او وسع يعود الى نبضة عصبية .



شكل ١٤٦- تحفظ الخلايا خالية من ايونات الصوديوم بعدئذيات ايضية تبتق ايونات الصوديوم يطلق عليها بمفخة الصوديوم .

ان التغير في حالة الغشاء تنتشر على طول العصب . واذا حدث



شكل - ١٤٧ - وسع (لرودة) الفعل . تعرف تغيرات الفولطية المصاحبة لمرور النبضات العصبية على طول الاعصاب بوسع الفعل (أو لرودة الفعل) . وتشاهد نبضتين عصبيتين على مقياس وقت مركز (اليسار) وعلى مظل (اليمن) . وهذه التسجيلات تسمى بالمخططات العصبية الكهربائية .

تغير في غشاء الخلية العصبية فانه يكون هناك تغيرا متزايدا في دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم على طول العصب .

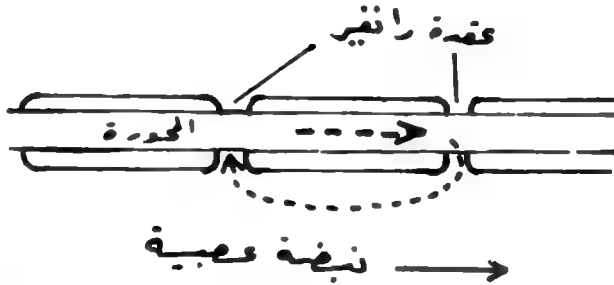
ان كل نبضة عصبية من الاعصاب الحركية والحسية يصاحبها دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم . وفي كل نبضة عصبية فان كمية قليلة جدا من الصوديوم تدخل ، وتخرج كمية قليلة جدا من البوتاسيوم . وهذه الكمية قليلة بالنسبة الى مجموع المقدار الموجود من الصوديوم والبوتاسيوم . وخلال طور السكون ، فانه يحدث اخراج تدريجي للصوديوم الذي سبق وان دخل الى الخلية العصبية . وان لم يكن مثل ذلك ، فانه على مدى العمر ستدخل الى الخلية العصبية كميات كبيرة من الصوديوم بحيث تصبح الاعصاب غير قادرة على توصيل النبضات العصبية .

تستمر النبضة العصبية حوالي امللي ثانية ، اي واحد بالالف من الثانية تحصل خلالها جميع حلقة دخول الصوديوم وخروج البوتاسيوم . وهذا يعطي حدا نظريا مقداره ١٠٠٠ نبضة في الثانية كحد اعلى لمعدل النبضات التي يستطيع العصب توصيلها في الثانية . وفعلها كما رأينا ، فان ٢٠٠ نبضة في الثانية هي السرعة القصوى لطرح خلايا القرن الامامي .

سرعة التوصيل (Conduction Velocity) :

تنتشر النبضات العصبية بسرعة عالية جدا في الالياف العصبية ذات الاقطار الواسعة . ان اوسع الالياف العصبية في الجسم والتي قطرها ٢٠ ميكرونا تكون سرعة توصيلها ١٢٠ مترا في الثانية . وهذه اعصاب مفعمة اي ان لها غلافا دهنيا نخاعيا وتسمى الثغرات الموجودة في الغمد والتي

تكون في كل مليمتر على طول العصب بمقدار رانفير (Nodes of Ranvier) .
ان النبضات العصبية المارة على طول مثل هذا العصب لا تمر بصورة مستمرة في المحورة ، بل تثب من عقدة الى اخرى (او للعقدة التي تلي الثانية (شكل ١٤٨)) وعليه فان النبضة العصبية تقفز كالضفدع الى اسفل العصب . والكلمة اللاتينية لقفزة الضفدع هي (Saltare) او الوثب ومن هنا جاءت تسمية هذا التوصيل العصبي بالتوصيل الوثبي (Saltatory Conduction) .



شكل ١٤٨- التوصيل الوثبي . ان النبضة العصبية المنتقلة خلال عصب مغمدة تثب من عقدة الى عقدة بدلاً من المرور باستمرار خلال المحورة . والسبب في ذلك هو ان تيارا كهربائيا موضعيا (السهم المنقط) يدور من النقطة التي وصلت اليها النبضة العصبية (ايسر عقدة رانفير) الى العقدة التالية حيث يعود في السائل خارج الخلية . وهذا التيار يفر من نفوذية الفشاء وبذا يولد نبضة عصبية في يمين عقدة رانفير .

ان بعض الالياف العصبية كتلك التي تنقل الالم يبلغ قطرها مايكرونا واحدا وهي غير مغمدة وان سرعة توصيلها هي عدة امتار في الثانية فقط .

يبلغ طول جسم الانسان حوالي المترين والالياف العصبية التي تنقل النبضات العصبية بسرعة ١٢٠ مترا في الثانية ، ترسل نبضات من

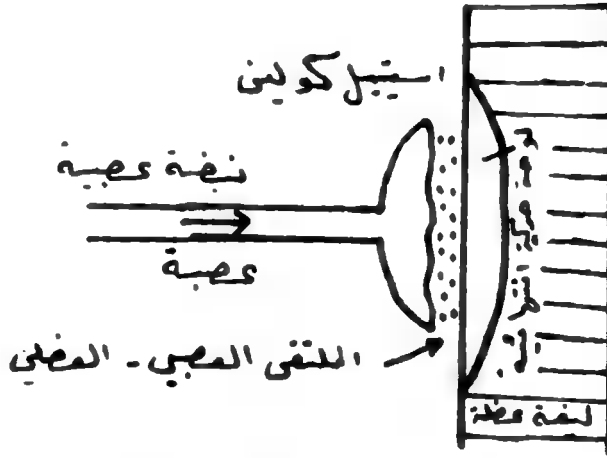
القدمين الى الدماغ في حوالي ١٢ من الثانية والنبضات العصبية المارة

من خلال الاعصاب غير المغمدة ستحتاج من $\frac{1}{3}$ الى ثانية واحدة .

ويمكن التأكد من وجود هذين النوعين المختلفين من الاعصاب وذلك بوضع ابهام القدم في ماء حار جدا فينسحب الابهام بسرعة باستعماله الاعصاب المغمدة وستمضي فترة من الوقت قبل الاحساس بالدرجة

الملتقى العضلي - العصبي (Neuromuscular Junction) :

يطلق على الملتقى الذي بين العصب الحركي وليف العضل المجهز بالملتقى العضلي العصبي وتوجد فجوة بين نهاية العصب واللوحه الحركية النهائية لليف العضل (شكل ١٤٩) وتوصل هذه الفجوة بتحريك كميات قليلة جدا من الاسيتيل كولين كلما وصلت نبضة عصبية . ويعبر الاسيتيل كولين هذه الفجوة حيث يؤخذ بواسطة المستلمات التي



شكل ١٤٩- الملتقى العصبي - العضلي . ان الفجوة الصغيرة التي بين العصب والعضلة توصل بتحريك الاسيتيل كولين . ويباد الاسيتيل كولين بعد فترة وجيزة من تحرره .

على اللوحه الحركية النهائية لليف العضل ويفر الاسيتيل كولين من نفوذية غشاء اللوحه الحركية النهائية كي يندفع الصوديوم داخلا مسببا تفرا في الفولطية يطلق عليه وسع اللوحه النهائية (End-plate Potential) . وينتشر زوال الاستقطاب من اللوحه الحركية النهائية الى جميع ليف العضل (وسع الفعل المنتشر) وتحرر ايونات الكالسيوم ومن ثم يتقلص العضل .

وينتشر الاسيتيل كولين بعيدا ، ثم يتحلل بعد فترة قصيرة من تحرره بواسطة الخميرة كولين ايسترز (Cholinesterase) وهذا ما يمكن النبضة العصبية التالية لان تكون فعالة .

ان مضادات الكولين ايسترز تعاكس فعل الكولين ايسترز لذا فان الوهن العضلي الوبيل (Myasthenia Gravis) والذي يصاحبه

ضعف عضلي كبير هي حالة تصاحب اضطراب الالتقى العصبي العضلي .
الرخيات العضلية (Muscle Relaxants) :

ان الاسيتيل كولين المتحرر في الالتقى العضلي العصبي هو نفس المادة المتحررة في النهايات اللاودية ، ولكن المستلمات العضلية تكون مختلفة في الحالتين . فمستلمات الاسيتيل كولين في الجهاز العصبي اللاودي تحصر بواسطة الاتروبيين والهيوسين . ومستلمات الاسيتيل في العضل المخطط لا تحصر بواسطة الاتروبيين ، ولكنها تحصر بواسطة الادوية المرخية للعضلات . واول مرخ عضلي استخدم في الطب كان سم السم الهندي الامريكي كوراري (Curare) . فقد استخدموا الكوراري لشل الحيوانات التي كانت تصطاد للطعام . وان مشتق الكوراري الذي يشيع استعماله كمرخ عضلي هو التوبوكورارين (Tubocurarine) . ولا يمنع الكوراري تحرير الاسيتيل كولين ، ولكنه يوقف فعله على اللوحة الحركية النهائية . ويعمل الفلاكسيديل (Flaxedil) بطريقة مماثلة .

ان الادوية مثل السوكسينيل كولين (Succinylcholine) تحصر ايضا الانتقال العصبي العضلي ، ولكنها تعمل ذلك بحفظ اللوحة الحركية الانتهاية بحالة استقطاب . ويتحلل السوكسينيل كولين ببطء شديد بواسطة الخمرة بسيدوكولين استيريز (Pseudocholinesterase)

وقبل معرفة الادوية المرخية للعضلات ، فان عمق التخدير في عملية بطنية كان من الضروري زيادته حتى ترتخي عضلات البطن . وفي بعض الحالات فان مستوى التخدير الضروري كان يقرب من الجرعة المميتة للمخدر . وباستعمال الادوية المرخية للعضلات ، فانه سيحتاج الى تخدير خفيف . ويتم الارتخاء العضلي بواسطة حصر الالتقيات العصبية العضلية . واحد مضار استعمال الادوية المرخية العضلية هو احتمال توقف تنفس المريض بسبب شلل العضلات التنفسية . ولقد مر بنا بان التنفس يحدث بواسطة العضلات المخططة (الارادية) . ولذا فانه يتوجب استخدام التنفس الاصطناعي لفترة العملية ويستمر بها حتى تزول تأثيرات الدواء المرخي العضلي .

مخطط العضلة الكهربائي

ELECTROMYOGRAM

ان الفعالية الكهربائية الناجمة من مجموعة وحدات حركية قد تسجل بواسطة مسارات كهربائية سطحية توضع على الجلد جوار الكتلة العضلية . وتسجيل الفعالية من الوحدات الحركية المفردة ، يستعمل

مسار كهربائي ابري متحد المركز (بحجم ابرة تحت الجمل) يفرز في العضل .

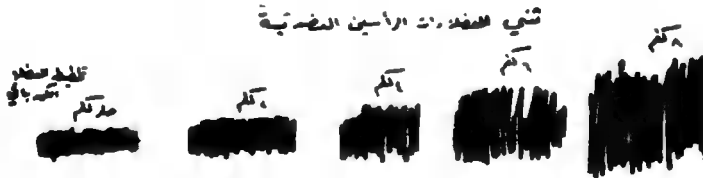
١

وحيث ان الفولطية المسجلة هي فقط ————— من الفولت فانه

١٠٠٠ ر.

يحتاج الى مكبر صمامي او ترانزستور قبل ان تكون الاشارة كبيرة قابلة للتسجيل بمسجل قلبي ، او تعرض على مرسمة التدلب لاشعة المهبط . والفعالية المسجلة هي الفعالية الكهربائية في العضلات عندما تكون في حالة زوال الاستقطاب . ويسمى التسجيل بمخطط العضلة الكهربائي . والفعالية الكهربائية في العصب الكهربائي . ولكل وسع فعل في العصب الحركي يوجد وسع فعل في الوحدة الحركية المجهزة .

ان شكل (١٥٠) يظهر مخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذات الراسين العضدية مسجلة باستعمال مسارات كهربائية مثبتة في اعلى اللراع . ومثل هذه الصفة تسجل الفعالية في عدد من الوحدات الحركية قريبا من مسارات التسجيل الكهربائية . بينما يزداد التقص الاارادي لهذه العضلة كما هو مبين في التوترات صفر ، ٢ ، ٤ ، ٦ ، ٨ كيلو غرامات المسجلة على ميزان لولبي فانه تشترك وحدات حركية اكثر فاكث (مع طرح متزايد لتردد اعلى لكل وحدة حركية وهذه الفعالية الكبيرة تظهر بشكل تحجير اكثر على الورق)



شكل ١٥٠ - مخطط العضلة ذات الراسين

شكل ١٥٠ - مخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذات الراسين مسجلة باستعمال مسارات كهربائية سطحية . لقد استخدمت العضلة كثانية لفصل المرفق ساحبة اياه باتجاه مضاد لميزان نابض . وبينما يزداد باستمرار التوتر المسجل بالكيلوغرامات على الميزان النابض ، فانه تشترك وحدات اكثر واكثر من العضلة ذات الراسين مسببة زيادة مدى مخطط العضلة الكهربائي .

ان شكل (١٥١) يبين كيف ان تسجيل مخطط العضلة الكهربائي يمكن استعماله للتأكيد بان العضلة ذات الراسين ليست هي ثانية فقط لفصل المرفق بل انها ايضا باسطة للساعد . ويظهر المخطط الفعالية في العضلة ذات الراسين عند مسك الساعد في وضع الانكباب . وعلى السهم فان الساعد يكون منبسطا (الابهام للخارج) ضد مقاومة . لاحظ الزيادة في فعالية العضلة ذات الراسين . ولقد سميت العضلة ذات الراسين (بالعضلة نادلة النبيذ Wine-waiter's Muscle) حيث انها تستعمل لوضع فتاحة الفلينة داخلا ومن ثم سحب الفلينة خارجا (بشرط ان يكون الشخص يستعمل يده اليمنى)

العضلة ذات الراسين

تخطيط العضلة الكهربائي



→ البسط ← نصف الانكباب
→ ثانية واحدة ←

شكل ١٥١- مخطط العضلة الكهربائي للعضلة ذات الراسين كباسطة للذراع مسجلة باستعمال مسارات كهربائية سطحية . وعلى السهم فان الساعد قد انبسط من وضع نصف الانكباب ضد مقاومة . لاحظ زيادة فعالية العضلة ذات الراسين .

الاعصاب الحسية

SENSORY NERVES

الاعصاب الحسية او الواردة (Afferent) تأتي بالمعلومات الى الجهاز العصبي المركزي من المستلمات في الجلد والتراكيب العميقة وهناك اربعة انواع مختلفة من اعصاب الجلد الحسية ولهذه الاعصاب مستلمات في الجلد حساسة الى :-

١ - اللمس Touch

٢ - الالم Pain

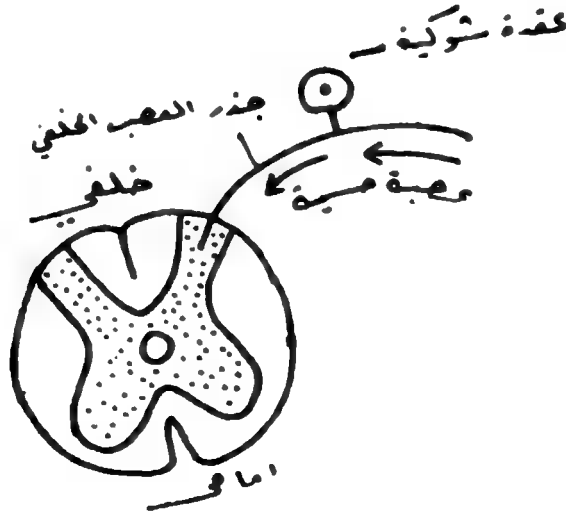
٣ - الحرارة Heat

٤ - البرودة Cold

وبالإضافة الى الاعصاب الناقلة للآلام فان هناك اعصاباً من التراكيب العميقة تعطي المعلومات حول موضع المفاصل في الفضاء ودرجة تقلص العضلات . وتسمى هذه الاعصاب مستقبل الحس (Proprioceptor) . واعصاب مستقبل الحس التي تعطي المعلومات حول موضع المفاصل في الفضاء تنشأ من مستلمات في محفظات المفصل . وتستحصل المعلومات المتعلقة بدرجة تقلص العضلات من المفازل العضلية .

وتكون اصل خلية الاعصاب الحسية في العقد الشوكية والتي تقع خارج الحبل الشوكي في جذور العصب الخلفية (شكل ١٥٢) وكما يظهر من التسمية فان اصل الخلية هي الخلية التي يتطور منها العصب . واثناء التطور الجنيني فان كل الاعصاب تبدأ كخلايا عصبية وتنمو الياف الاعصاب من خلايا الاصل هذه وتحفظ هذه الخلية باهميتها خلال الحياة واذا ماتت هذه الخلية فان ليف العصب يموت بكامله

ويجب ان لا يختلط الامر بين العقدة الشوكية والعقدة الودية . اذ على خلاف العقدة الودية لا يوجد اشتباك او نقطة تقوية في العقدة الشوكية .



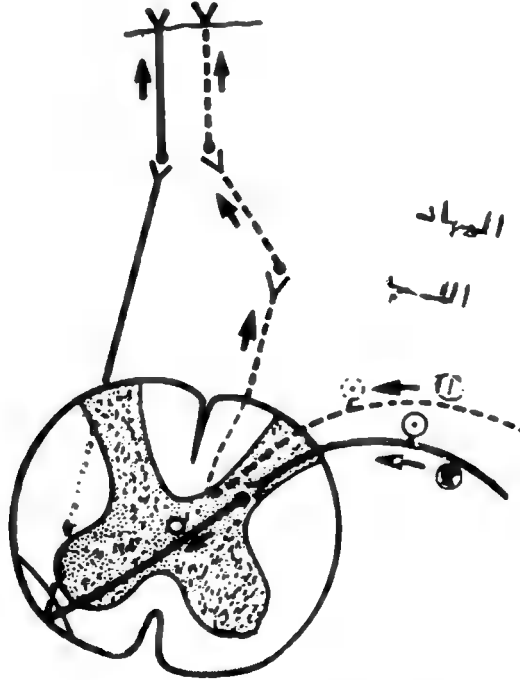
شكل ١٥٢- جذور الاعصاب الحسية . يكون منشأ خلية الاعصاب الحسية في العقدة الشوكية (الجذر الخلفي) . وتدخل عن طريق جذور الاعصاب الخلفية

مسالك العصب الحسي (Sensory Nerve Pathways) :

تدخل الياف الاعصاب الناقلة لحس اللمس الحبل الشوكي عن طريق جذور العصب الخلفية (شكل ١٥٣) مسلك (١) . وتستمر مساعدة في العمود الخلفي للمادة البيضاء للحبل الشوكي الى اللب . ويشترك هذا العصب في اللب مع عصب ثان حيث يتقاطع الى الجانب الاخر من الجسم ويصعد الى المهاد . وتنشأ عصبية ثالثة في المهاد تنقل المعلومات الحسية التي تقع على السطح الخارجي للدماغ

ولذلك فانه تشترك ثلاث عصبات في نقل المعلومات الحسية من مستلم اللمس في الجلد على جانب واحد من الجسم الى القشرة الحسية

القشرة الحسية



شكل -١٥٣- تسير الاعصاب الحسية بمسلكين الى المهاد والقشرة الحسية .

مسلك رقم (١) يؤخذ بواسطة اللمس الطفيف والاستقبال الحسي .

مسلك رقم (٢) يؤخذ بواسطة الالم والحسرة (وبعض الياف اللمس) .

على الجانب الآخر .

القشرة الحسية (Sensory Cortex) :

ان السطح الخارجي لقشرة الدماغ يكون ملفوفا ويظهر عددا كبيرا من الارتفاعات والانخفاضات (شكل ١٥٤) وكل ارتفاع يسمى بالتلفيف

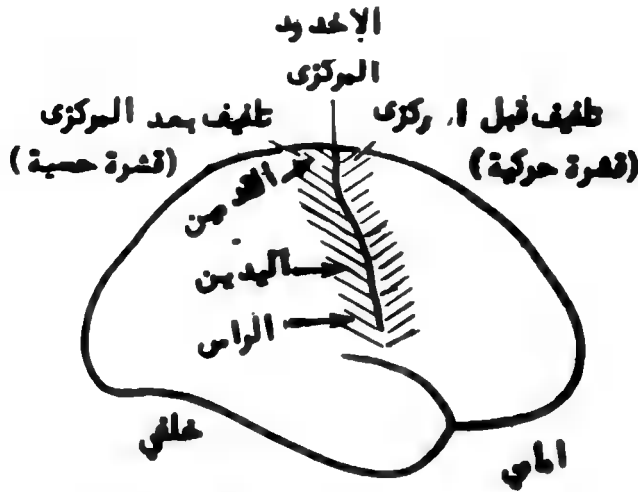


شكل -١٥٤- تلفيف السطح الخارجي للدماغ يظهر السطح الخارجي للدماغ ، اخاديد وتلافيف . وتقع المادة السنجابية للقشرة في هذه الطبقة الخارجية .

(Gyrus) بينما يسمى الانخفاض بالاخدود (Sulcus) . وفي اغلب الادمغة يوجد اخدود واضح جدا يفصل الامامي عن الفص الجداري (شكل ١٥٥) . وهذا الاخدود يسمى بالاخدود المركزي او شق رولاندو (Fissure of Rolando) . ويقع خلف هذا الاخدود المركزي مباشرة التلفيف بعد المركزي (Postcentral Gyrus) وهذا هو موضع القشرة الحسية .

وتمثل جميع الجسم في القشرة الحسية بوضع مقلوب (شكل ١٥٥) . فمنطقة الرأس توجد على النهاية السفلى للتلفيف بينما القدمين على النهاية العليا . ويقع الذراعان والجلد بينهما .

ولذا فاذا ما لمس شخص منضدة باصبع سبابة يده اليمنى ، فان المعلومات تصل الى منطقة في القشرة الحسية تقع حوالي ٧.٥ سم فوق



شكل ١٥٥- القشرة والحركية . ان هذه المناطق تقع على احد جانبي الاخدود المركزي (فطر رولاندو) ويمثل الجسم بشكل مقلوب في هذه المناطق .

الاذن اليسرى وان نفس هذا الطريق المأخوذ بواسطة اللمس يؤخذ بواسطة الاستقبال الحسي .

ويأخذ الالم والحرارة مسلكا مختلفا ليصل الى المهاد والقشرة الحسية للجانب الاخر من الجسم فتدخل الياف الالم والحرارة بواسطة جذر العصب الخلفي وتقف عنده بعد ذلك الالياف العصبية واصل خلايا الالياف تكون في العقد الشوكية كما هي في حالة الياف اللمس ومستقبل الحس .

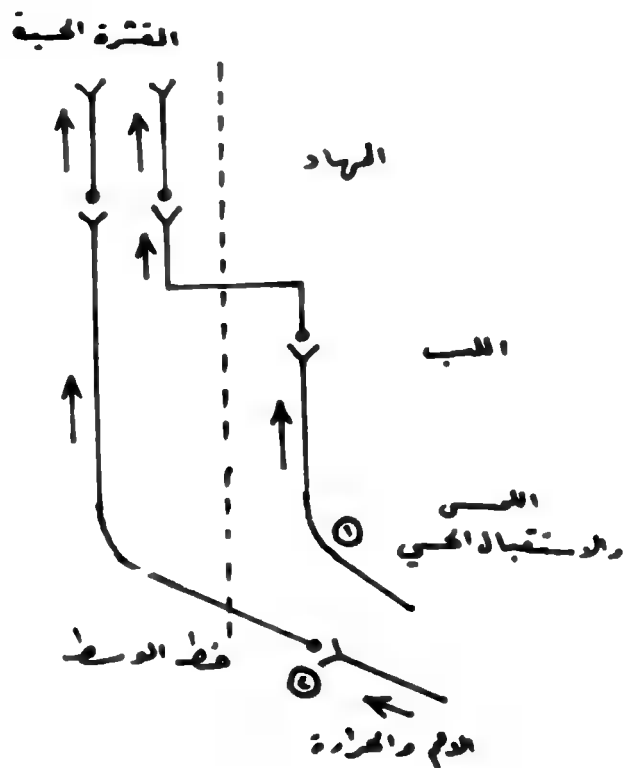
والعصب الثانية التي تشبك معها العصب الاولى في الحبل الشوكي تقاطع الى الجانب الاخر وتصعد الى الاعلى في الاعمدة الجانبية الامامية للمادة البيضاء على الجانب الاخر الى المهاد (شكل ١٥٣) مسلك ٢) وحيث ان هذه الالياف العصبية سبق وان تقاطعت ، لذلك لا يوجد تصالب في اللب وتنقل العصب الثالثة المعلومات من المهاد الى القشرة الحسية .

وعليه فان هنالك مسلكين مختلفين الى المهاد والقشرة الحسية وتظهر هذه تخطيطيا في شكل ١٥٦

تسمية السبيل العصبي :

تسمى السبل العصبية بالنسبة الى الموقع الذي تبدأ منه والموقع

الذي تذهب اليه . لذا فان السبل الليفية الداخلة من الحبل الشوكي الى
المهاد يطلق عليها السبل الشوكية المهادية (Thalamocortical Tracts)
والسبل الليفية الداخلة من المهاد الى القشرة الحسية تسمى بالسبل
القشرية المهادية .



شكل ١٥٦- المسلكان الحسيان الرئيسان موسومان بشكل
تخطيطي .

ان السبل الشوكية المهادية التي تنقل الياق الالم تخدم في تفريغ
الالم الشديد .

صورة الجسم واحساس التموضع :

ان الاعصاب الناقلة للمس والالم والحرارة ... الخ ، تنقل هذه
المعلومات على شكل نبضات عصبية وتكون هذه النبضات العصبية
متشابهة لجميع الاعصاب ذات الحجم الواحد بغض النظر عن نوع
الاحساس المنقول وليس من الممكن بدراسة وسعات الفعل في عصب ،

لتقرير نوعية المعلومات المنقولة به . وهناك بالطبع اختلافات في حجم الالياف العصبية واختلافات في سرعة التوصيل ولكنه من المحتمل فان المكان في الدماغ الذي تذهب اليه الالياف العصبية هو الذي يمين نوعية الاحساس المعاني .

في السنين الاولى من الحياة فاننا نطور صورة الجسم ونسب المعلومات الحسية الواصلة الى الدماغ لهذه الصورة . وعليه فاذا ما وطأ احدهم على اصبع قدمك فانك تعرف اي قدم هي واي اصبع هي وذلك بتنسيب الاحساس لصورة الجسم

وقد يكون الاستنتاج الواصل عن تنسيب المعلومات الحسية لصورة الجسم خاطئا احيانا وهذا ما يحتمل ان يحدث عندما تكون الظروف غير طبيعية .

وقد يختلط الامر بصورة الجسم عند تقاطع اصبع السبابة والاصبع الوسطى لاحدى اليدين فالقلم المدعوك بين اصبعين غالبا ما يحس به كانه قلمين وبالعكس فان قلمين يمسان جانبيين متعاكسين من هذين الاصبعين قد يشعر بهما كأنهما قلما واحدا

واذا ما نبه العصب بالضغط على نقطة ما على طول مسلكه فان الاحساس المشعور به يظهر عادة وكأنه قادم من المستلم في النهاية البعيدة .

واذا ما كان لشخص خط هاتفه خاص فانه يفترض ان تكون جميع المكالمات القادمة هي من مكان بعيد . فاذا ما قرع احدهم على خط الهاتف وبدأ يتكلم فانه من الطبيعي الافتراض بان هذا النداء قادم من هاتف في النهاية البعيدة .

ان قرصا فقريا (Intervertebral Disc) ناتئا قد يضغط على جذر العصب ويرسل نبضات عصبية الى الحبل الشوكي . فلا يشكو المريض من ضغط القرص على العصب في مستوى الجذر ، بل انه يشكو من ألم في المنطقة المجاورة بالعصب . فمثلا في حالة القرص القطني فان الألم يكون اسفل خلف الساق . وهذا مثال على الألم الرجيع .

ان للحجاب الحاجز عصباً مجهزاً هو العصب الحجابي (Phrenic Nerve) والذي يأتي من الفقرات العنقية الثالثة والرابعة والخامسة . ويكون تمثيل الحجاب الحاجز في صورة الجسم ضعيف . فخراج تحت الحجاب الحاجز قد يسبب احساسا بالألم يدخل الى الحبل الشوكي عن طريق جذور الاعصاب العنقية الثالثة والرابعة والخامسة وهذا الألم غالبا ما يرجع عند المريض الى منطقة الجلد

المجهزة بالفقرات العنقية الثالثة والرابعة والخامسة اى الحلد المغطى ،
للكتف او مفصل الكتف .

ان الالم الرجيع من ذوي القلب (الدبحة الصدرية) الم ماسك قوى
حول الصدر ويمتد اسفلا داخل الذراع فالالم قد رجع الى الشدافات
الصدرية العليا اذ ان العصب الصدري الاول والذي هو جزء من الظفيرة
المضدية ، يجهز الجلد داخل الذراع اما الاعصاب الصدرية الاخرى
فانها تجهز جدار الصدر عن طريق الاعصاب بين الاضلاع .

اما فيما يخص السبيل الهضمي فان هناك تموضعا دقيقا (اسفل
المريء ولكن بعد دخول الطعام الى المعدة فانه لا يوجد اى تموضع . والالم
من السبيل المعوي يرجع عادة الى منطقة السرة .

واحد انواع الالم الرجيع المكرب هو الذي يتبع عملية البتر . فننبه
نهايات الاعصاب المقطوعة يعطى الاحساس بطرف بوى (Phantom Limb)
ويشعر باللم في طرف ليس له وجود . وقد تمضي مدة طويلة من الزمن كي
تتحرر صورة الجسم . وعليه فان المعلومات المعطاة من المريض حول
تموضع الم قد تكون غير صحيحة اذا ما كان المريض يعاني من الم رجيع .

الاحساس الذاتي

PROPRIOCEPTION

ان دقة المعلومات الحسية الذاتية فيما يخص موضع المفاصل في
الفضاء يمكن اختبارها بعد الفراغ في مستوى الكتف وغلقي العينين ومن
ثم جلب اليد الى الاعلى كي تلمس الانف باصبع السبابة . ويسمى هذا
بفحص الانف والاصبع . وهناك فحص اخر اصعب وهو وضع اصبع
السبابة ليد في موضع معين في الفضاء (مثلا خلف الظهر او خلف الرقبة)
ومن ثم اخذ اصبع السبابة لليد الاخرى الى نفس الموضع

ان الاحساس الذاتي في الاطراف السفلى قد تفحص بتمرير عقب
احدى الساقين على طول السطح الامامي للساق الاخرى وتكون العينين
مغلقتان مرة اخرى . ان قابلية الكشف عن حركة منغلطة قد تفحص
بتحريك اصبع القدم الكبير للشخص الى الاعلى او الى الاسفل وسؤاله
من حالة اتجاه الحركة وتقع المستلمات اساسا في محفظة المفصل
ويجب مسك اصبع القدم من طرفيه لمنع تغيرات الضغط على الجانب
الظهري والاخمصى للاصبع كي نبعد اتجاه الحركة . وحيث ان هناك
جوابين محتملين (الى الاعلى والى الاسفل) ، فان الشخص الذي فقد
جميع الاحساس الذاتي يحصل على خمسة اجوبة صحيحة من عشرة

وذلك عن طريق التخمين الكلي لذا فان ١٠ من ١٠ صحيحة تعني عدم وجود احساس ذاتي والشخص الذي له احساس ذاتي طبيعي يحصل على ١٠ من ١٠ اجوبة صحيحة

يستعمل الاحساس الذاتي في الحياة اليومية العادية . فهو يستعمل مثلا عند الاكل وفي هذه الحالة فان الاحساس الذاتي يمتد لما بعد اليد الى نهاية الشوكة او المعلقة ، بحيث ان موضعها في الفراغ تقدر بواسطة الدماغ فينفتح الفم في الوقت الذي تصل اليه لتضع الطعام فيه ان المشي يشمل استعمال مستقبلات الحس في الساقين ، اذ انه عند المشي فانه تترك مسافة صغيرة جدا بين القدم والارض ولكن هذه المسافة مقدرة بعناية وهي تدرك عندما تلاقي القدم مرتفعاً صغيراً لحجر فتصدم به .

ان الشخص الطبيعي يستطيع حفظ توازنه عندما تكون عيناه مغلقتان باستعمال مستقبلات الحس في الساقين وان الشخص الذي فقد الاحساس الذاتي في الساقين لا يستطيع ان يعرف موضع الارض بالنسبة الى ساقيه فتكون له مشية خاصة وهو يستطيع ان يحفظ توازنه باستعمال عينيه ، ولكنه نادرا ما يستطيع الخروج ليلا حيث يسقط في الظلام ان هذا الفقدان للاحساس الذاتي يحصل في الضني الظهري (Tabes Dorsalis) والذي هو مظهر متأخر للسفلس والمريض بهذه الحالة يعطي تاريخاً نمطياً لسقوطه عدة مرات عند دخول الصابون في عينيه اثناء غسل وجهه اذ ان الصابون يجعله يفلق عينيه

ادامة وضع الانتصاب :

عند وقوف الشخص فانه بذلك يديم حالة توازن دايمي اكثر منه ساكن فانه لا يتوازن على قدميه كمنضدة صلبة (توازن ساكن) ولكنه يتمايل قليلا طول الوقت . وكلما اراد ان يميل الى الامام تنشد العضلات التي في خلف الساقين فتنبه المفازل العضلية ويحدث منعكس الشد هذا تقلصا ومن ثم فهو يميل الى السقوط نحو الخلف وهذا ما يشد العضلات التي في امام الساقين وتنشد انشد المفازل العضلية فيسحب منعكس الشد الى الامام مرة اخرى . لذا فان التوازن يدام بتعاقب تقلص وانبساط الثانيات والباسطات وبنفس الوقت فانه يحدث حركة تمايلية مشابهة الى الجانبين واذا فقد الوعي فانه يسقط الى الارض .

الجهاز الدهليزي

VESTIBULAR APPARATUS

تتكون الجهاز الدهليزي من قسمين اعضاء حساسة الاذن

(Otolith Organs) والقنوات الهلالية (Semicircular Canals) .
 واعضاء حصة الاذن هي الكيس (Saccule) والشكوة (Utricle) .
 وتوجد ثلاثة قنوات هلالية كل منها عمودية على الاخرى . والجهاز
 الدهليزي للاذن الوسطى يكون ضعيف التطور في الانسان ويلعب دورا
 ثانويا في ادامة وضع الانتصاب . وغالبا ما يصاحب اضطراب الجهاز
 الدهليزي الدوار (Vertigo) او الدواخ (Giddiness) . ويعطى الجهاز
 الدهليزي معلومات عن جميع موضع الرأس في الفضاء (اعضاء حصة
 الاذن) . وكذلك المعلومات حول اي تغيير في السرعة او التعجيل (القنوات
 الهلالية) وهو لا يعطي المعلومات حول السرعة نفسها . لذا فانه قد
 يسافر الشخص بسرعة ٧٠٠ ميل في الساعة بطائرة فائقة وليست له فكرة
 عن السرعة التي يطير بها . اما في السيارة فان التعجيل والتباطؤ هو
 الذي ينتبه اليه بسهولة .

ان اعضاء حصة الاذن مهمة جدا في الاهتداء اثناء السبح تحت الماء
 حيث انه تحت هذه الظروف ، فان القدمين لا تمان الارض ولا تصل
 معلومات المستقبل الحسي الموجه الى الدماغ من الساقين ولا يساعد
 البصر على تعيين اتجاه السطح . ولذا فيجب على كل من عنده اضطراب
 دهليزي ان لا يذهب للسبح .

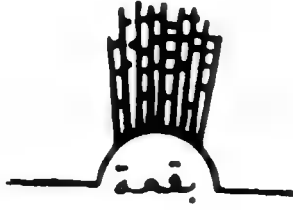
اعضاء حصة الاذن (Otolith Organs)

يتكون الكيس والشكوة من خلايا شعر متحورة ، وتنظم في
 الشعرات جزئيات طباشيرية تعرف بحصوات الاذن (شكل ١٥٧) . وهذه
 الجزئيات الطباشيرية تكون ثقيلة تكفي لان تسحب بتأثير الجاذبية . وفي
 قاعدة الشعرات نهايات عصبية تستجيب لاقصى حد عندما تسحب
 الجزئيات الطباشيرية الشعرات . ويحصل التنبيه الاقصى عندما تتجه
 الشعرات الى الاسفل (شكل ١٥٧ ٢)

وفي وضع الانتصاب فان الشكوات تتجه الى الاعلى بينما تتجه
 الكيسات الى الخارج والى الجانب (شكل ١٥٨) . ويجب ان نلاحظ بان
 حرف (U) يعني الشكوة والى الاعلى والحرف (S) يعني الكيس
 والى الجانب . ويتنبه الكيس قصويا بوضع الرأس على جانب واحد .
 اما الشكوة فانها تنبته قصويا عندما يقف الشخص على رأسه .

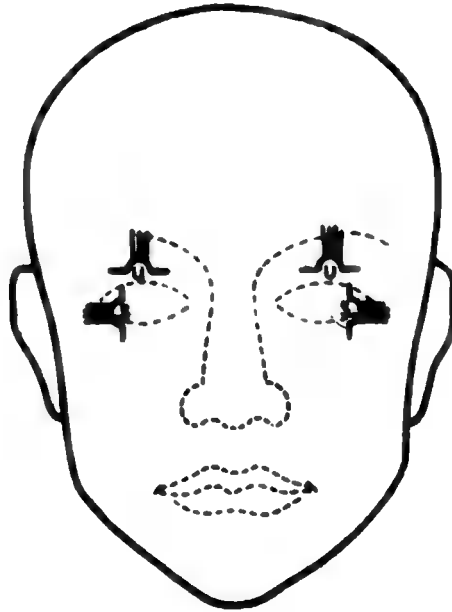
القنوات الهلالية :

بسبب وجود قنوات هلالية ثلاثة متعامدة على بعضها فانه يمكن
 ملاحظة التعجيل في اي اتجاه كان . وتكون كل قناة هلالية مملوءة بسائل
 (شكل ١٥٩) ولهذا السائل قصور ذاتي وهو يتحرك خلفا عند دوران



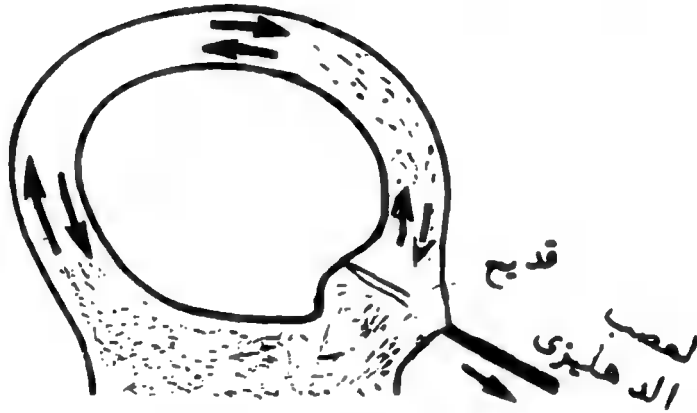
الانفجار الاقصى الانفجار الادنى

شكل - ١٥٧ - عضو حصة الاذن وهو يعطي المعلومات حول وضع الرأس في الفضاء . فالاعصاب الحسية تنبه الى اقصى حد عندما تكون خلايا الشعر مؤشرة الى الاسفل (٢) ، والى ادنى حد عندما تكون مؤشرة الى الاعلى (١) ، ويعتمد هذا على وضع الرأس .



شكل - ١٥٨ - مخطط يظهر اتجاه اعضاء حصة الاذن بالنسبة الى الجسم . S = كيس (Utricule) ، U (Saccule) = شكوة

الراس فجأة ويستمر بالحركة عند توقف الراس فجأة وفي كلتا الحالتين فان السائل يتحرك بالنسبة الى القناة نفسها وتحتصر القناة الهلالية على الحرف (Crista) بواسطة حاجز متحرك يعرف بالقديح (Cupula) والذي يتكون من مادة هلامية مطمورة في خلايا الشعر وتحركات السائل تحرك الحاجز وتنبه النهايات العصبية في قاعدة خلايا الشعر وهذه المعلومات الحسية تفسر كتصجيل



شكل ١٥٩- تركيب قناة هلالية . ان قديح الحرف يعمل كحاجز متحرك يتأرجح عند حركة السائل بالنسبة للقناة . وحيث ان للسائل قصورا ذاتيا ، فان الحرف سيتنبه بأي تغيير في السرعة الدورانية ، الى التجميع .

التكوين الشبكي

RETICULAR FORMATION

تمر خلال ساق الدماغ من النخاع راسا الى القشرة شبكة تعرف بالتكوين الشبكي وتتكون من عدد كبير من العصبات والاشبكات وجميع المعلومات الحسية القادمة الى الجهاز العصبي المركزي تمر الى التكوين الشبكي ويشير التكوين الشبكي القشرة المخية وترسل بعض المعلومات الحسية الى الشعور .

ان الادوية التي تحصر التكوين الشبكي ستمنع من وصول المعلومات الحسية الى الشعور ، وتسمى بالمخدرات وتكبت فعالية التكوين الشبكي اثناء النوم .

السيطرة القشرية للأعصاب الحركية

CORTICAL CONTROL OF MOTOR NERVES

تقع القشرة الحركية على سطح الدماغ امام الاخدود المركزي في التلفيف قبل المركزي (شكل ١٥٥) وكما في القشرة الحسية فان الجسم يتمثل بشكل مقلوب حيث يكون الرأس في النهاية السفلى للتلفيف والقدمان على النهاية العليا له .

ان التنبيه الكهربائي للقشرة الحركية المكشوفة تحدث تحريك العضلات الارادية على الجانب الاخر من الجسم

لقد تم ترقيم المناطق القشرية فالقشرة الحركية هي منطقة ٤ وتشغل القشرة الحسية المشروحة سابقا المناطق ١ و ٢ و ٣

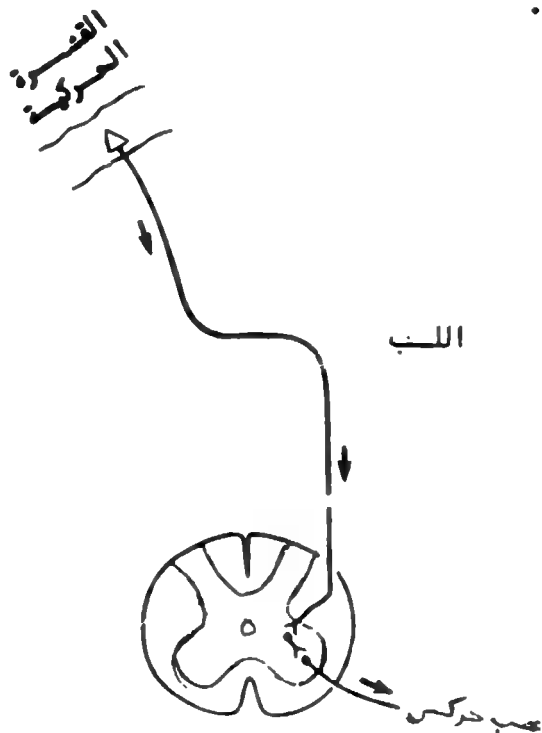
ان المادة السنجابية في الدماغ تقع على السطح خلافا لما هو في الجبل الشوكي حيث تكون في منطقة شكل حرف (H) المركزي .

ينشأ السبيل القشري الشوكي (والذي كان يعرف سابقا بالسبيل الهرمي) في القشرة الحركية . فيسير نازلا بجوار المهاد خلال منطقة تسمى المحفظة الداخلية (Internal Capsule) ، ويتقاطع السبيل القشري الشوكي في النخاع الى الجانب الاخر حيث يستمر نازلا في الاعمدة الجانبية في المادة البيضاء للجبل الشوكي ليجهز خلايا القرن الامامي .

وعندما تصل الالياف القشرية الشوكية الشدفة الشوكية الواجب تجهيزها ، فان الالياف تسير الى خلايا القرن الامامي . وفي حيوان كالقط توجد عصبية وسيطة (Internuncial Neurone) صغيرة بين نهاية الالياف القشرية الشوكية وخلية القرن الامامي ولكنها لا توجد في المقدمات (Primates) والانسان . وان كل خلية قرن امامي تنشيء الليف العصبي الذي يذهب الى الوحدة الحركية شكل (١٦٠) ولذا فانه تشترك عصبتان حركيتان في مسلك الحركة الارادية ، فتسير العصبية الاولى من القشرة الحركية للجانب الاخر الى الشدفة الشوكية والعصبية الثانية هي خلية القرن الامامي والعصب الحركي . وقد يفترض المسلك خلال المحفظة الداخلية بسبب نزف من الشرايين المخططة العدية وهذه شرايين هشة قد تتمزق عندما يصبح ضغط الدم عاليا جدا . وان مثل هذا الحادث الوعائي المخي سيعترض مسلك الحركة الارادية وبشل العضلات في الجانب الاخر من الجسم .

ان خثارا في الاوعية الدموية المخية يؤدي ايضا الى الشلل ، حيث

ان الاوعية الدموية تجهز الاعصاب ولا يمكن للاعصاب ان تقوم بوظيفتها اذا ما انتقطع تجهيز الدم لها (ان شلل العصب الزندي الذي يحدث بعد النوم على الدراع هو بسبب انتقطاع تجهيز الدم لهذا العصب بسبب الضغط) .



شكل - ١٦٠ - مسلك الحركة الارادية . ويشترك فيها عصبان . والمسلك من القشرة الحركية الى الحبل الشوكي (الحزمة الهرمية او الحزمة القشرية الشوكية) يعبر الى الجانب الايسر في اللب .

منعكس الشد

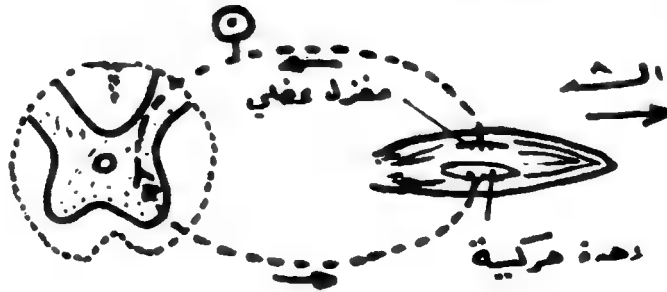
STRETCH REFLEX

ان المفازل العضلية هي مستلمات حية (على شكل المفزل) والتي تقع بجانب ليف العضلة المخططة في العضل الارادي وهي تنتبه بواسطة الشد .

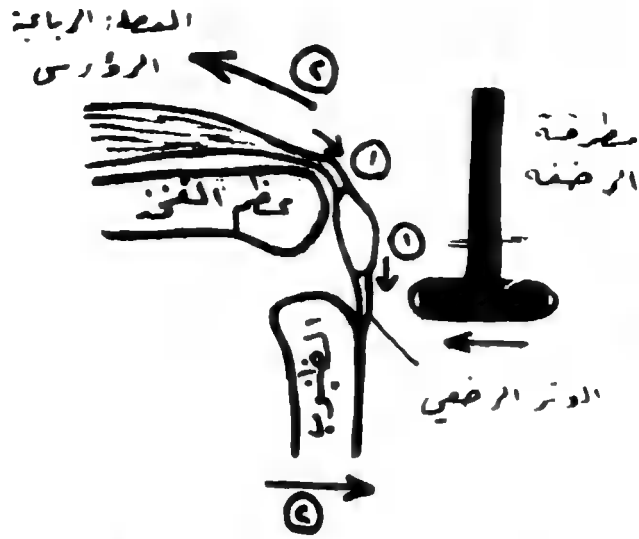
وعندما يشد العضل فان النبضات العصبية من المفزل العضلي تدخل الى الحبل الشوكي وتؤثر على خلايا القرن الامامي المجهزة للوحدات

الحركية المجاورة (شكل ١٦١) وترسل خلايا القرن الامامي نبضات عصبية على طول الاعصاب الحركية ، والوحدات الحركية، وهذا ما يشكل منعكس الشد . ويطلق على المسلك (شكل ١٦١) بقوس المنعكس الاحادي الاشتباك (Monosynaptic Reflex) حيث يشترك اشتباك واحد وتوجد منعكسات الشد في جميع عضلات الجسم ، فاذا ما شددت اية عضلة فانها ستتقلص حالا . ويصعب منعيا شد بعض العضلات ولكنه يمكن شد العضلات بسهولة في اجزاء معينة في الجسم . فمثلا للعضلة الرباعية الرؤوس في الفخذ وتر يمر حول الجزء السفلي لعظم الفخذ ومن ثم يندغم في الظنبوب (شكل ١٦٢) ويوجد عظم سمسمائي في وسط هذا الوتر هو الرضفة (Patella) . فاذا قرع الوتر بين الرضفة والظنبوب بواسطة مطرقة رضفية مغلقة بالمطاط فانه يحدث سحب على العضلة الرباعية الرؤوس (شكل ١٦٢ (١)) . ويسبب المنعكس الاحادي الاشتباك تقلص العضلة (شكل ١٦٢ (٢)) . والتقلص الحاصل يسبب تمدد الركبة وركلة القدم للامام . ويطلق على هذا المنعكس بنغضة الركبة (Knee-Jerk) .

يجب الملاحظة بان المستلمات الحسية التي تنسب بقرع الوتر الرضفي هي المغازل العضلية الموجودة في العضلة الرباعية الرؤوس . والبعيدة من نقطة التأثير . ولا تلعب مستلمات الوتر الرضفي نفسها دورا في هذا المنعكس ، حيث ان استجابة مماثلة يمكن الحصول عليها بعد ارتشاح وتر اعضاء كولكي (Golgi Tendon) بمخدر موضعي (Local Anaesthetic) .



شكل -١٦١- منعكسات الشد . عند شد العضل فان النبضات العصبية تمر من المغزل العضلي الى الحبل الشوكي لتؤثر في خلايا القرن الامامي المجهزة للوحدات الحركية المجاورة . وتسبب هذه النبضات تقلص العضل . وهذا ما يشكل مبدا منعكسات النغضة .



شكل ١٦٢- نفضة الركبة . يقرع الوتر الرضفي بمطرقة وضغيفة مغلقة بالمطاط . ويولد هذا سحبا فجائيا على المفصلة الرباعية الرؤوس (١) . ويسبب منعكس احادي الاشتباك ينشأ من المفزل العضلي ، تقلص المفصلة (٢) . وينتقل هذا التقلص خلال الوتر الرضفي الى الظنبوب . وتمتد الركبة وتوكل الساق الى الامام .

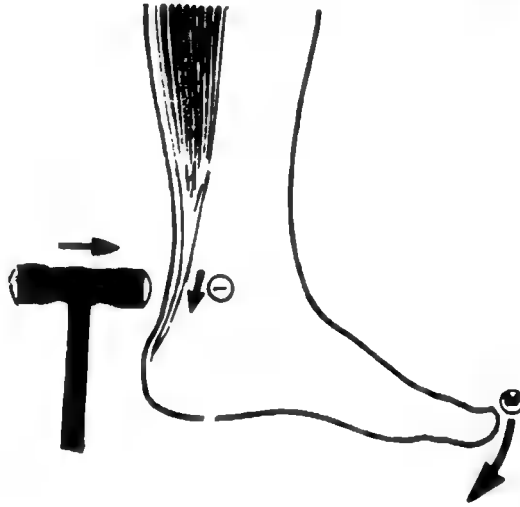
وهناك عضلة يمكن شدها بسهولة بقرع وترها هي العضلة التؤمية الساقية الاخمصية . وهذه تدغم في العقب في الكاحل عن طريق وتر المرقوب (شكل ١٦٣) ان الاستجابة لقرع هذا الوتر (شكل ١٦٣ (١)) هو تقلص العضلة التؤمية الساقية والثني الاخمصى للقدم (شكل ١٦٣ (٢)) . ويسمى هذا المنعكس بنفضة الكاحل . ولفعالية الدرقية تأثير على نفضة الكاحل . ويكون هذا المنعكس في حالة الانسجام الدرقي سريعا . ومن ناحية اخرى فان هذا المنعكس يكون في حالة الخرب المخاطي بطيئا وتكون هناك فترة قبل انبساط العضلة .

ويمكن تحفيز هذا المنعكس بواسطة بسط القدم السريع لشد العضلة . فاذا كانت الاستجابة تقلصا رمعيا فانه يطلق على الحالة الرمع الكاحلي

وتشمل منعكسات الشد الاخرى نفضة ذات الراسين ونفضة العضلة ذات الثلاثة رؤوس في الذراع ونفضة الفك ولقد سبق وتبين بان منعكس الشد يلعب دورا مهما في ادامة وضع الانتصاب .

ان منعكس الشد هو أبسط جميع المنعكسات الشوكية اذ انه يشترك عصبتان واشتباك واحد فقط .

وهناك منعكسات شوكية أكثر احكاما مثل منعكس السحب (Withdrawal Reflex) . فاذا سلط منه قوي على قدم واحدة فان تلك الساق تسحب بينما تتمدد الساق الأخرى . ومثل هذا المنعكس الشوكي يكبب عادة بواسطة مثبطات المسالك الشبكية الشوكية والتي تكون جزءا من الجهاز خارج الهرمية . ان منعكس السحب يشاهد بعد ان يكون القَطْع الشوكي (Spinal Transection) قد قطع هذه المسالك المثبطة .



شكل ١٦٣- نفضة الكاحل . يقرع الوتر الموحد للتواءمية الساقية والاحمسية (الوتر العرقوب) بمطرقة الرضفة . فتتشد العضلة وتتقلص بصورة انعكاسية مما يسبب ثني احمص القدم .

الجهاز خارج الهرمية (Extrapyramidal System)

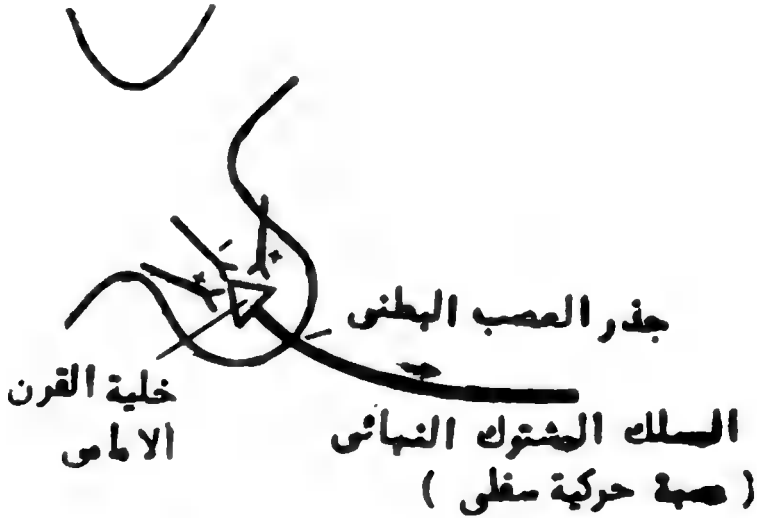
بالاضافة الى السبيل القشري الشوكي للحركة الإرادية ، فان هناك اليافا عصبية تأتي من منطقة الحزمة الكابتة (مناطق S و ٦) والتي تقع مباشرة امام القشرة الحركية . وهذا السبيل الليف العصبي يلتقط الامدادات من الدماغ الاوسط والمخيخ والنخاع ليذهب نازلا ويؤثر على خلايا القرن الامامي للجل الشوكي ، وهذه الالياف تشكل جزءا من الجهاز خارج الهرمية .

المسلك المشترك النهائي :

ان خلية القرن الامامي تقذف من قبل عدد من العصبات بعضها مثبطة واخرى مستفزة بنفس الوقت . والسبيل القشري الشوكي هو العصب المستفز الاساس (موجب) الذي يحدث الحركة الارادية . وان السبيل الشوكي الشبكي المثبط هو العصب المثبط الاساس (سالِب) فهو يثبط فعالية خلية القرن الامامي . وهو ليس من القوة لان يثبط السبيل القشري الشوكي للحركة الارادية لكنه قوى كاف لان يثبط معظم المنعكسات الشوكية

ان الاجزاء الاخرى من الجهاز خارج الهرمية يشمل السبل الشوكية الدهليزية والتي تنشأ في النوى الدهليزية

ويحدث جمع جبري في خلية القرن الامامي (شكل ١٦٤) فتبطل الموجبات والسالبات احدها الاخرى . ويعتمد تردد طرح خلية القرن الامامي على النتيجة النهائية . وتنتقل نتيجة الفعالية الى الوحدة الحركية



شكل - ١٦٤ - ان خلية القرن الامامي في المادة السنجابية للجبل الشوكي تكون تحت تأثير عدد من العصبات بعضها مستفزة (+) والاخرى مثبطة (-) . ويحصل جمع جبري حيث تبطل العلامات السالبة فيه العلامات الموجبة . واذا كانت الفعالية الموجبة النهائية كافية ، فان خلية القرن الامامي تطرح لاسفل العصبية الحركية السفلى الى الوحدة الحركية . ويطلق على هذا العصب بالمسلك المشترك النهائي .

على طول العصبية الحركية والتي لذلك تسمى بالملك المشترك النهائي .
تثبيت المنعكسات الشوكية :

ان وجود السبيل الشوكي الشبكي المثبط يجعل من الصعب عرض المنعكسات . وان نقضة الركبة هي احدى المنعكسات الشوكية القليلة والتي يمكن عرضها عند اغلب المرضى وان بعض المرضى لا يظهرون نقضة الركبة بسبب كبت هذا المنعكس الشوكي بواسطة الفعالية الشوكية الشبكية المثبطة ، وفي مثل هذه الحالة فان نقضة الركبة غالبا ما يمكن عرضها عندما يكون الشخص مركزا على حركة اخرى مثل سحب قبضتي اليد للخارج وهذا ما يطلق عليه التحصين (Reinforcement) .

ان المرضى المصابين بضرر في الدماغ او آفات في الحبل الشوكي والتي تقطع المسالك المثبطة، تكون لديهم منعكسات شوكية مبالغة، وهذه المبالغة في منعكسات الشد تسبب التشنج (Spasticity) . فقد يكون الطفل متشنجا بسبب نزف مخي في الولادة والذي يكون قد حطم هذه المسالك العصبية .

وفي شخص طبيعى فان مفصلا كمفصل المرفق يمكن تثبيته بصورة فاعلة او تمديد ، بسهولة . وعند اعادة هذه الحركات عند شخص متشنج والذي لم تكبت منعكساته الشوكية فانه اول ما يبدأ بشي مفصل المرفق فان العضلة الثلاثية الرؤوس ستشد وستقلص هذه العضلة بسرعة واذا ما استعملت قوة كافية فان المستلمات في الاوتار ستثبط منعكس الشد هذا وبدا يحصل الشني فجأة . ويطلق على هذا منعكس السكين الكباسة (Clamp-Knife Reflex) . ومن المحتمل ان تكون هذه الية وقائية لمنع تمزق الوتر وهذا التشنج يجعل الحركات الارادية صعبة جدا ويكون التأثير على جهة واحدة حيث ان تلف الدماغ هو في جانب واحد فقط .

المخيخ

CEREBELLUM

للمخيخ ثلاث وظائف اساسية فيشارك الفص الزغبي المعقد (Floclunodular Lobe) للمخيخ مع الجهاز الدهليزي ، وتلفه يؤدي الى اضطراب التوازن . فالطفل المصاب بسورم ارومي نخاعي في الدماغ (Medulloblastoma Brain Tumor) والذي يؤثر على هذا الفص سيكون غير متوازن عند محاولة الوقوف او المشي .

ويشارك الفص الامامي للمخيخ مع الاحساس اللائي فتصل

النبضات العصبية من المستقبلات الحسية هذا الجزء من المخيخ عن طريق السبل الشوكية المخية . وان معظم هذه الالياف لا تتقاطع ولذا فانها تصل المخيخ لنفس الجانب . وهذا الجزء من المخيخ يلعب دورا مهما في تنظيم التوتر العضلي .

وبوفق بقية المخيخ بين الحركات بالاستشوار مع القشرة المخيمة للجانب الاخر فهو يرسل المعلومات الى هذه القشرة عن طريق المسار ويستلم المعلومات من هذه القشرة عن طريق الجسر (Pons) .

ان المريض بافة مخية في جانب واحد يظهر ضعفا في التوتر العضلي في ذلك الجانب فلذا تصبح اليد كالدقاقة لا تتراجع عند المشي . وان نقص التوتر العضلي في الساق للجانب المتأثر قد يؤدي الى السقوط الى ذلك الجانب وقد يعتبر انسانا ثعلا .

وتوافق الحركات يكون ضعيفا وغالبا ما تستعمل القوة غير المضبوطة . اضافة لذلك فانه تحصل رعشة قصدية (Intention Tremor) والتي تزداد سوءا عند التركيز على الحركة . ولذا فانه تصبح حتى الحركة البسيطة كشرب كوب من الشاي غير ممكنة الا ان الرعشة تكون قد افرغت الكوب قبل ان يصل الى الفم .

وضع المفاصل العضلية

SETTING OF MUSCLE SPINDLES

ان منعكس الشد يميل الى مسك العضلة بطول معين بغض النظر عن مقدار القوة الساجبة لها . فاذا ازدادت هذه القوة فان العضلة ستميل لان تشد الى طول اطول . ولكن ايا من هذا الشد فانه سيبريد من اطلاق المفاصل العضلية ، ويزيد انعكاسيا من تقلص العضلة حتى تعادل مرة اخرى القوة المعاكسة . واذا قلت قوة الشد على العضلة ويدات العضلة بالتصغر فانه ستقل فعالية الغزل العضلي ويقل التوتر العضلي حتى يعادل مرة اخرى القوة المعاكسة . لذلك فان وضعنا معين للغزل العضلي يعود الى طول معين للعضلة . وتنظم المفاصل العضلية الى الوضع الصحيح لادامة الوضع المعين بواسطة فعالية الاعصاب الحركية ذات القطر الصغير (فعالية كما النازلة) والتي تجهز الالياف داخل الغزل في المفاصل العضلية نفسها . وتنظم هذه الفعالية بواسطة جهاز خارج الهرمية ، ويظهر انها تنشأ اساسا من المخيخ .

المقد القاعدية

BASAL GANGLIA

ان المقد القاعدية هو الاسم المعطى الى مناطق في المادة السنجابية في قاعدة القشرة المخية والاجزاء المكونة هي الكرة الشاحبة (Globus Pallidus) والجسم المخطط (Corpus Striatum) والمادة السوداء (Substantia Nigra) ، والنواة دون المهاد (Subthalamic Nucleus) .

داء باركينسون (Parkinson's Disease) (الشلل الرعشي : Paralysis Agitans)

وهو اضطراب في المقد القاعدية ويصاحبه زيادة في التوتر العضلي في العضلات الثانية والباسطة معا لذا فان المريض بالرغم من عدم كونه مشلولاً يجد صعوبة في تحريك اي من العضلات الارادية . ويطلق على هذه الحالة الصل العضلي (Muscular Rigidity) ، وللمريض تعبير مقنع ثابت ومثبية مراوغة ورعشة خاصة في اليدين تشبه تقليب الحبات باصبعه . وقد يمكن تفريغ الحالة بتحطيم الكرة الشاحبة .

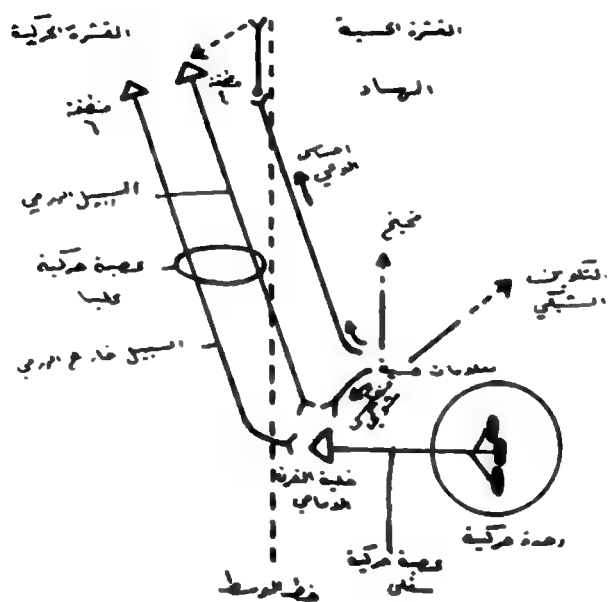
النمط العمومي للجهاز العصبي :

حيث اننا درسنا الاجزاء المكونة للجهاز العصبي فانه من الممكن الان ان ندرس المسالك الرئيسية ككل متكامل (شكل ١٦٥)

ان المعلومات الحسية التي تدخل الحبل الشوكي (او الدماغ) تذهب الى المهاد ومنها الى القشرة الحسية للاحاساس الوامي وتذهب الى التكوين الشبكي لتنبيه القشرة والى المخيخ لتوافق الحركات ولتنظيم التوتر العضلي . وتذهب مباشرة الى خلايا القرن الامامي لنفس شذافات المنعكسات الشوكية او المجاورة لها

ان خلية القرن الامامي التي تنظم فعالية وحدتها الحركية عن طريق العصبات الحركية السفلى ، تكون تحت تاثير السبيل الشوكي القشري (الهرمي) من القشرة الحركية والسبيل فوق الهرمية (من منطقة ٦ للقشرة ومن ساق الدماغ) والمنعكسات الشوكية الموضعية وتكون السبيل الهرمية وفوق الهرمية العصبات الحركية العليا وفي اغلب القسم فان المنعكسات الشوكية تثبط بواسطة مكون شوكي شبكي مشبط للجهاز فوق الهرمية ، وبمداقة في عصب حركية عليا ، فان هذا التثبيط للمنعكسات الشوكية يفقد وتصبح المنعكسات مبالغ فيها مسببة التشنج ، واذا قطع

وإذا قطع مسلك العصبية الحركية السفلى فيحدث شلل ارتخائي .



شكل -١٦٥- ملخص للمساك المصبية الرئيسة .

٢١ - العين

THE EYE

التركيز

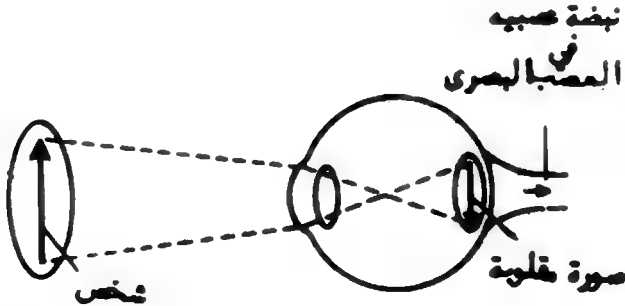
FOCUSING

تكون القرنية (Cornea) شفافة تسمح للضوء بالدخول الى العين .
وليست لها اوعية دموية وهي تستلم غذاءها من الخلط المائي
(Aqueous Humour) .

يعمل السطح الامامي للقرنية كعدسة ثابتة . وتكون بصريات العين
صورة مقلوبة على الشبكية (شكل ١٦٦) . وتحول الشبكية هذه الصورة
المقلوبة الى نبضات عصبية . وتنتقل هذه النبضات العصبية على طول
العصب البصري الى الفصوص القفوية (Occipital Lobes) للدماغ
حيث تفسر كصورة .

عند استعمال آلة التصوير فانه يكون من الضروري استعمال نقاط
مختلفة للتركيز عند تصوير جسم قريب عما هي عند تصوير جسم بعيد .
وبنفس الطريقة فانه يحتاج في داخل العين الى عدسة قابلة للتنظيم لكي
تؤمن تكوين صورة مركزة واضحة على الشبكية ، بغض النظر عن بعد
الجسم المرئي .

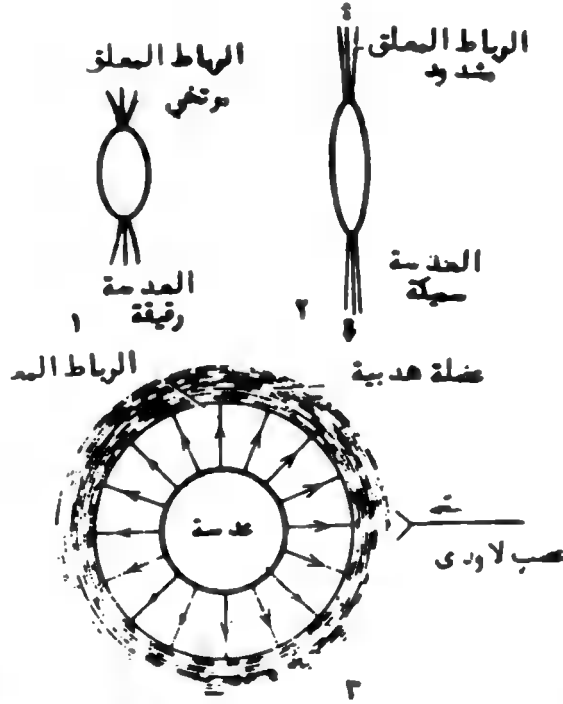
وعند النظر الى جسم قريب ، كما هو عند قراءة كتاب ، فان هذه
العدسة التي في العين تكون سميكة وقوية بصريا بينما تكون عند النظر



شكل ١٦٦- ان القرنية وعدسة العين تعملان كجهاز عدسي ينتج صورة
مقلوبة على الشبكية . ويقرب الدماغ هذه الصورة المقلوبة
الى وضعها الاصلي .

الى جسم بعيد رقيقة وضعيفة . ان هذا التغير في سمك العدسة هو الذي يمكن حدوث التركيز
والعدسة تركيب مطاطي لها اربطة (Ligaments) مرتبطة حول
حافاتها . توصل هذه الاربطة العدسة بالجسم الهدبي (Ciliary Body) .
وان سبب هذه الاربطة هو الذي يفرطح العدسة للرؤية البعيدة لاشكل
١٦٧ (٢) و (٣) .

ان العضلة الهدبية التي تسير بشكل دائري في الجسم الهدبي تكون
مجهزة باللياف اعصاب لاودية من العصب القحفي الثالث . وللرؤية
القريبة فان النبضات العصبية تسبب تقلص الياف العضلة الهدبية ،
وهذا التقلص يبسط سحب الاربطة الهدبية (شكل ١٦٧) وتعود
العدسة الى حالتها السميكة (شكل ١٦٧ (١))



شكل - ١٦٧- اذا ما رفعت العدسة من العين فانها ستكون سميكة (١) .
وتكون وهي في العين عند النظر الى جسم بعيد رقيقة
بسبب توتر الاربطة المعلقة (٢) و (٣) . وعند تركيز النظر
الى جسم قريب فان فعالية العصب اللاودي تسبب تقلص
العضلة الهدبية . وهذا يرخي التوتر على الاربطة المعلقة
فتعود العدسة الى الشكل السميكة . وتصبح الان عدسة
اكثر قوة وتركز صورة الجسم على الشبكية .

واذا ما اصبحت العضلات الهدية مشلولة ، تحدث حالة تسمى الشلل الهدبي (Cycloplegia) ولا يحدث عند ذلك التركيز ويكون من المستحيل قراءة كتاب .

قابلية العين لتغير قوة عدستها :

يستطيع الطفل ان يغير من سمك عدسته كي يقرأ على مسافة لقرب اربع بوصات ، او ان يرى جسما لمسافة بعيدة . ويتقدم العمر ، فانه تفقد قابلية التركيز على الاجسام القريبة وتراجع النقطة القريبة (Near Point) (وهي اقرب نقطة يمكن رؤيتها بوضوح) .

وفي منتصف العمر فان النقطة القريبة تكون قد تراجعت الى مسافة يكون من الضروري معها استعمال عدسات اضافية امام المبين كي يمكن تركيز الصورة بوضوح على الشبكية . وتستعمل النظارات الطبية عندها للقراءة .

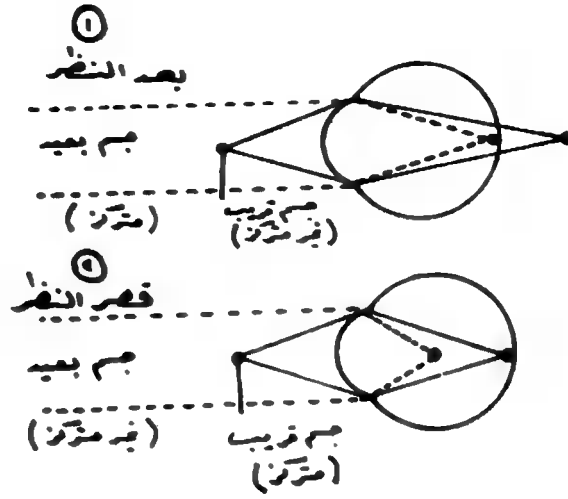
وقد تصبح العدسة معتمة بتقدم العمر ويطلق على هذه بالسار (Cataract) . وهي تؤدي هذا الى العمى . وتزال العدسة المعتمة بعملية السار وتبقى القرنية لتعمل بدلا من العدسة . وبإضافة عدسات قوية امام العين ، لتعوض عن نقص عدسة العين فانه يمكن تأمين الرؤية مرة اخرى

قصر النظر (Short Sight) ، بعد النظر (Long Sight) واللابؤرية (Astigmatism) :

يكون تحذب السطح الامامي للقرنية في شخص قصير النظر غير صحيح . وعند النظر الى جسم بعيد، فان الصورة تسقط امام الشبكية . ولتصحيح هذا تستعمل عدسة تصغير (محدبة) امام المبين لكي يكون تركيز الجسم واضحا . ويمكن تركيز الاجسام القريبة جيدا على الشبكية من قبل شخص قصير النظر بدون الحاجة الى النظارات . ويطلق على قصر النظر (مايوبا Myopia) (شكل ١٦٨ (٢))

وتكون قوة العدسة غير كافية عند الشخص بعيد النظر وهو يحتاج الى عدسة مقعرة لتركيز الاجسام القريبة . وتسمى هذه الحالة ايضا هايبرميترابيا (Hypermetropia) (شكل ١٦٨ (١))

واذا لم تكن القرنية كروية تماما بل اسطوانية قليلا فان الخطوط الافقية ستتركز في عدسة العين بوضع يختلف عما هو عند النظر الى الخطوط العمودية . ولذا يكون من المستحيل رؤيتها بوضوح بنفس الوقت . وهذه الحالة تسمى اللابؤرية . وهي تصحح باستعمال عدسة اسطوانية متساوية ومتعاكسة امام العين للتغلب على هذا العيب



العدسات

عدسة مقعرة  عدسة محدبة 

شكل ١٦٨- (١) ان صورة الجسم القريب تتركز عند الشخص بعيد النظر خلف الشبكية حتى عندما يبلغ سمك العدسة اقصاه . وسيحتاج الشخص الى عدسة اضافية محدبة (بشكل نظارات طبية) لكي يتمكن من رؤية هذا الجسم بوضوح .

(٢) وان الشخص قصر النظر يستطيع ان يركز صورة الجسم القريب على الشبكية . بينما تسقط صورة الجسم البعيد امام الشبكية . ولذا فان هذا الشخص سيحتاج الى عدسة مقعرة لكي يتمكن من رؤية الجسم البعيد بوضوح .

الخطوط المنقطة - مسلك الضوء من الجسم البعيد

الخطوط المتصلة - مسلك الضوء من الجسم القريب

وكبديل للنظارات فانه قد تستعمل عدسات لاصقة . وهذه تثبت على السطح الامامي للقرنية لتغير تحدب هذا السطح الامامي الى الشكل الصحيح . ويمكن استعمال العدسات اللاصقة لتحسين النظر عند الاشخاص ذوو النظر الطبيعي والذين لديهم شدوذ في السطح الامامي للقرنية نتيجة كلف

وإذا كانت العدسة اللاصقة تغطي القرنية فقط ، فإنه يطلق عليها عدسة قرنية (Corneal Lens) . أما إذا كانت أكبر وتغطي جميع المنطقة المرئية فإنه يقال لها عدسة صلبة (Scleral Lens) . والعدسات الصلبة تطفو على طبقة رقيقة من السائل (الدمع) ، ويمكن أن تبقى في مكانها لمدة ١٢ ساعة . وتسمح الفتحات الموجودة في العدسة بتبادل غازي الاوكسجين وثاني اوكسيد الكربون .

يتبين من ذلك بأن السطح الامامي للقرنية هو المهم للرؤيا ، وان العدسة لها اهمية ثانوية حيث أنها تسمح بتغيير التركيز من جسم بعيد الى جسم قريب .

وإذا فتحت العينان عند السبح تحت الماء فإن الرؤية تصبح غير واضحة على الرغم من صفاء الماء . والسبب في عدم وضوح الرؤيا هو أن منسوب انكسار الماء يكون مشابها للقرنية . ونتيجة لذلك فإنها لا تعمل عند ذلك كعدسة . ولكي تعمل كعدسة ، فإنه يجب أن يكون امام القرنية هواء . فإذا استعمل قناع الوجه كي يحصر الهواء امام العين ، فإنه يكون عند ذلك من الممكن الرؤية بوضوح أثناء السبح تحت الماء .

الدايوتتر (Dioptries) :

ان العدسات البصرية المستعملة امام العينين لتصحيح عيوب النظر توصف بوحدات تعرف بالدايوتتر (د) .

فالعدسة التي تركز جسما بعيدا في نقطة على مسافة متر واحد خلف العدسة يكون لها دايوتتر واحد . والعدسة التي تركز ذلك الجسم على مسافة $\frac{1}{2}$ متر تكون قوتها ٢ دايوتتر . اما التي تركز على مسافة $\frac{1}{3}$ متر فقوتها ٣ دايوتتر وهكذا .

وعلى ذلك فإن قيمة الدايوتتر لعدسة هي عكس البعد البؤري بالامتر .

$$\begin{aligned} & \frac{1}{\text{البعد البؤري بالامتر}} = \text{قوة الدايوتتر} \\ & \frac{1}{1.00} = \end{aligned}$$

البعد البؤري بالسنتيمترات

ان العين البشرية تركز الجسم البعيد على الشبكية على مسافة
 ١٦٩ سم خلف جهاز العدسة . ولذلك فان قوة جهاز العدسة هي

$$100 \\ 169 = 59 \text{ دايوبتر} .$$

ان ٤٣ دايوبتر من هذه القوة تمد من تحذب القرنية وال ١٦ دايوبتر
 الباقية بواسطة العدسة عندما تركز على اللانهاية (٤٣+١٦= ٥٩
 دايوبتر) وتزداد العدسة ثلاثة دايوبترات عند قراءة كتاب على مسافة

$$1 \\ 3 = \text{متر فيكون المجموع الكلي } 62 \text{ دايوبتر} .$$

ان الاطفال الصغار لهم القدرة على زيادة قوة اعينهم + ١١

دايوبتر وهذا ما يمكن من تقديم نقطة التركيز من اللانهاية الى
 ١١ مترا او ٩ سم ، ومثل هؤلاء الاطفال لهم القدرة على قراءة كتاب على مثل
 هذه المسافة باعينهم

ان القابلية على زيادة قوة دايوبتر العين للقراءة القريبة تقل بتقدم
 العمر فعند بلوغ سن ٥٠-٦٠ سنة فان هذه القوة تكون قد هبطت الى
 + ١ دايوبتر فقط وتكون اقرب نقطة مركزة واضحة هي ١ متر فقط
 (وهذا يعني ان الذراعين يجب ان يزيد طولهما على متر كي يتمكن من
 مسك الكتاب او الصحيفة للقراءة)

$$1 \\ 3 = \text{وفي القراءة العادية على مسافة } 3 \text{ متر فانه يحتاج الى زيادة } + 3$$

دايوبتر وحيث ان العين تمد + ١ دايوبتر من هذه الزيادة ، لذا فانه
 سيحتاج الى + ٢ دايوبتر اضافية بشكل نظارات . وللأعمال القريبة فانه
 يحتاج الى قوى اكبر

للشخص البعيد النظر جهاز عدسة في عينه ضعيف جدا في قوة
 الدايوبتر وهو يحتاج الى عدسات موجبة (محدبة) لزيادة قوة الدايوبتر .
 فلو فرضنا مثلا ان أعلى قوة هي ٥٩ دايوبتر فهذه لا بأس بها للرؤية
 البعيدة ولكنه سيحتاج الى عدسة + ٣ دايوبتر بشكل نظارات لكي يقرأ في
 كتاب

وللشخص قصير النظر عين ذات قوة دايوبتر قوية جدا فهو

يحتاج الى عدسات سالبة (مقعرة) لتقليل قوة الدايوبتر هذه . فلو اعتبرنا شخص قصر النظر ذو قوة دايوبتر دنيا ٦٢ دايوبتر ، فهذه القوة كافية لقراءة الكتاب ولكنه يحتاج الى عدسة - ٣ دايوبتر لتصحيح عيبه في النظر البعيد (٦٢-٣=٥٩ دايوبتر) .

ولحد الان فقط لاحظنا العدسات الكروية . ولكنه لعلاج اللابؤرية فانه يتطلب عدسات اسطوانية . ولهذه العدسات قوة دايوبتر باتجاه واحد فقط . وتكون قوة الدايوبتر على الزوايا القائمة في هذا الاتجاه صفرا وان وصف العدسات الاسطوانية في حالات اللابؤرية لا تشمل فقط قيمة الدايوبتر للاسطوانة بل ايضا الزاوية التي يجب ان تتركب بها بالنسبة للمستوى الافقي . ان التصحيح لللابؤرية يتطلب ان يكون تركيب العدسة بالزاوية الموصوفة ، ولهذا السبب فان العدسات اللاصقة والتي تميل الى الدوران عند لبسها اثبتت عدم كفايتها لعلاج اللابؤرية ومعظم اللابؤريين يحتاجون ايضا الى تصحيح كروي اضافة لذلك .

بؤبؤ العين

THE PUPIL OF THE EYE

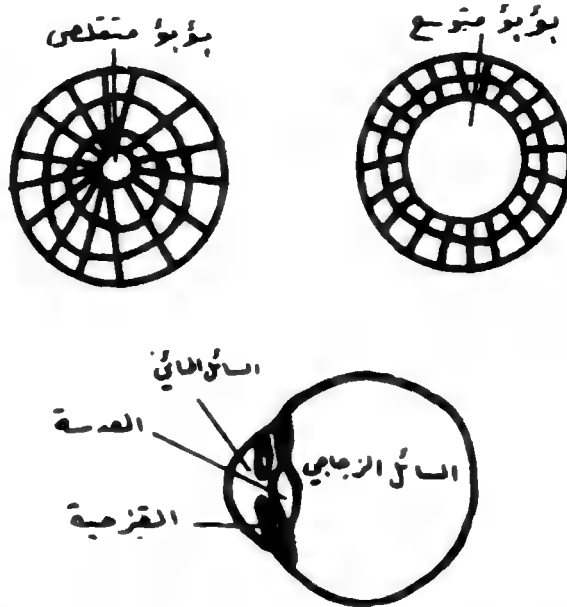
يسيطر على كمية الضوء الداخلة الى العين بواسطة حجاب القرنية . وتعرف الفتحة الدائرية بالبؤبؤ وتقع القرنية بين القرنية والعدسة (شكل ١٦٩) .

ان سعة حجاب القرنية ينظم كمية الضوء الداخلة الى العين (تماما كما يفعل في حالة آلة التصوير) . اضافة لذلك فان الفتحة الصغيرة تمكن من تركيز الاجسام البعيدة والاجسام القريبة ورؤيتها بوضوح بنفس الوقت . وهذا يطلق عليه عمق التركيز الكبير (Great Depth of Focus) . والفتحة الصغيرة كذلك تقلل من التحريف وتنتج صورة واضحة .

ان سعة البؤبؤ تنظم بواسطة الالياف العضلية المساء الدائرية والكمبرية في القرنية نفسها ، وهذه الالياف العضلية تكون مجهزة باجهزة عصبية ودية ولاودية .

ان الالياف اللاودية تضيق البؤبؤ . وتسير هذه الالياف من العصب القحفي الثالث ، والالياف الودية توسع البؤبؤ ، وهذه تنشأ في الشدة الصدرية الاولى وتترحل في العقدة العنقية العليا

ان العضلة المساء التي تنظم سبعة البؤبؤ يمكن رؤيتها في العمل . وهذه احدى الاماكن القليلة في الجسم التي يشاهد فيها تقلص العضلة المساء . قف امام المرأة وغطي عينيك بيدك . فالظلام سيؤدي



شكل ١٦٩- ان الحجرة التي امام العدسة تكون مملوءة بالخلط المائي بينما تكون الحجرة التي خلف العدسة مملوءة بالخلط الزجاجي . وتكيف كمية الضوء الداخلة الى العين بواسطة حجاب القزحية وهذا يحتوي على الياف عضلية ملساء دائرية ومشعة . ان زيادة الفعالية الودية تسبب توسع البؤبؤ . بينما زيادة الفعالية اللاودية تسبب تضيقه (انظر شكل ١٢٥) .

بالبؤبؤين الى التوسع ابعد يدك ثم راقب التغيرات في سعة البؤبؤ ، فستضيق ببطء لياخذ سعة جديدة اصغر

والطريقة المستخلصة سريريا لفحص التفاعل البؤبؤي (Pupillary Reaction) هو بتسليط ضوء على العين من مصباح يدوي . ويطلق على تضيق البؤبؤ الحاصل منعكس الضوء (Light Reflex) . ويعمل البؤبؤان سوية ، لذا فان الضوء المسلط على عين واحدة. سيسبب تضيق بؤبؤها وبؤبؤ العين الاخرى (المنعكس الاتفاقي Consensual Reflex)

يحصل تضيق البؤبؤ في الضوء البراق ، وعند النظر الى جسم قريب ، او عندما تصل الى العين فعالية لاودية كبيرة . ويحصل توسع البؤبؤ في الظلام وعندما تكون هناك فعالية ودية كبيرة مثل الاستفزاز العاطفي .

ان سعة البؤبؤ تعتمد على التوازن بين الفعالية الودية واللاودية (شكل ١٣٥) . لذا ان تضيق البؤبؤ قد يكون بسبب فعالية لاودية كبيرة، او بسبب فعالية ودية غير كافية . فالمرفين مثلا يحدث بؤبؤا كراس الدبوس وذلك لانه ينه الفعالية اللاودية .

وان توسع البؤبؤ قد يكون بسبب زيادة الفعالية الودية او عدم كفاية الفعالية اللاودية . وتحتوي قطرات العين لتوسيع البؤبؤ الهوموتربين (Homatropine) (والذي هو احد مشتقات الاتروبين) ، وهو يحصر الفعالية اللاودية والفعالية الودية غير المعاكسة توسع البؤبؤ .

التقارب

CONVERGENCE

عند النظر الى جسم بعيد ، فان كلا العينين تنظران باتجاه مواز احدهما للآخر . وعندما ينظر المرء الى جسم اقرب ، فان العينين تذهبان الى الداخل كي تستطيعا من النظر الى نفس الجسم وهذه الحركة للمحور البصري الى الداخل يسمى بالتقارب . وهو يتم بواسطة عضلات خارجية تسيطر على حركة العين وخاصة بواسطة العضلات المستقيمة الداخلية (الانسية) والتي تدير العينين انسيا

منعكس التقارب (Convergence Reflex) :

تكون العينان اثناء الراحة متركزتين على اللانهاية . وعندما تنظر الى جسم قريب تحدث امورا ثلاثة

- ١ - تقارب العينان
- ٢ - تضيق البؤبؤان
- ٣ - ان ازدياد سمك العدسة يمكن من تركيز الجسم بصورة واضحة . واذا لم تشر العينان الى نفس الاتجاه فان الحالة تسمى بالحول (Squint) .

ان الاختلافات القليلة بين المحور البصري قد يصحح باستعمال عدسات بشكل الوتد امام العينين .

الخلطين المائي والزجاجي

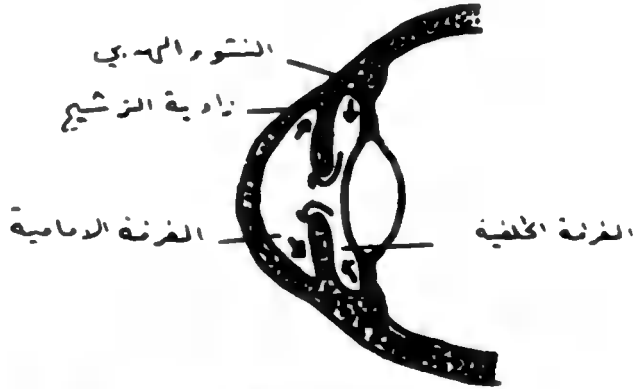
AQUEOUS AND VITREOUS HUMOURS

تكون الحجرة التي تقع امام عدسة العين مملوءة بسائل مائي يعرف

بالخلط المائي والحجرة التي تقع خلف العدسة تكون مملوءة بسائل يشبه الهلام يسمى بالخلط الزجاجي .

ويفرز السائل المائي بواسطة النتوء الهدبي للجسم الهدبي والذي يقع في الحجرة الخلفية بين القرنية والعدسة . ويمر الخلط المائي من خلال الفتحة التي في القرنية ويدخل الى الحجرة الامامية بين القرنية ومقدمة العين (شكل ١٧٠) وهو يمتص في زاوية الترشيح (Filtration Angle) الى قناة شليم (Canal of Schlemm) والتي تؤدي الى الاوردة .

ان ضغط الخلط المائي هو ٢٥ ملم زئبق فاذا زاد تكوين الخلط المائي اعادة الامتصاص فسيزداد الضغط داخل العين ، ويطلق على حالة زيادة التوتر داخل العين بالزرق (Glaucoma) وتحتاج هذه الحالة الى معالجة انية لمنع تلف النظر الدائم



شكل ١٧٠- تكون واعادة امتصاص الخلط المائي . يفرز الخلط المائي بواسطة الحديثة الهدبية في الحجرة الخلفية . ويمر من خلال الفتحة في القرنية ليعاد امتصاصه في زاوية الترشيح في الحجرة الامامية . لاحظ بان الحجرتين الامامية والخلفية تقعان معا امام العدسة .

ويجب الحذر عند اعطاء الادوية التي توسع البؤبؤ الى شخص عانى من الزرق اذ ان التوسع قد يسد زاوية الترشيح حيث يحصل اعادة الامتصاص مما قد يسبب هجمة اخرى للزرق

الشبكية

RETINA

تكون العناصر الحساسة للضوء في الشبكية من العصي (Rods)

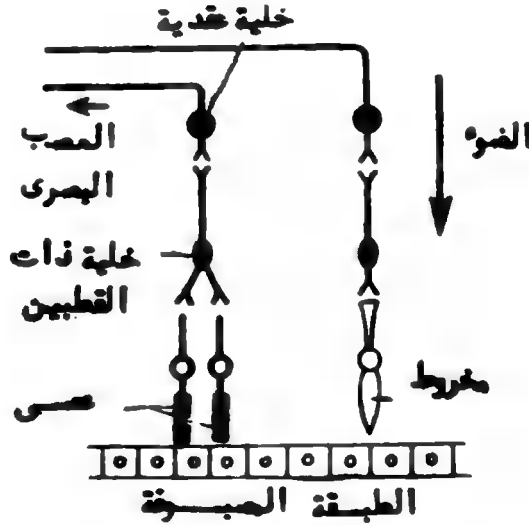
والمخاريط (Cones) (شكل ١٧١) وتستعمل المخاريط خلال النهار للرؤية الليلية فتعطي الاحساس بالظلال الرمادية فقط . لذا فاننا نكون عمى الوان عند استعمال العصي .

يكون الجزء المركزي للشبكية محشوا باحكام بالمخاريط وتتركز الصورة في هذا الجزء من الشبكية عند قراءة كتاب مثلا .

وعند النظر الى النجوم في ليلة مظلمة ، فاننا غالبا مانرى نجمة باهته اكثر وضوحا خارج زاوية العين من ان نراها مباشرة . وهذا بسبب وجود العصي في الرؤية المحيطية

منظار العين (Ophthalmoscope) :

عندما تنبسط العين تماما ، فانها تتركز على اللانهاية وتتركز اشعة متوازية واضحة من الضوء على الشبكية . فاذا تركت عينا الناظر والشخص على اللانهاية ، فانه من الممكن عندئذ للناظر ان ينظر مباشرة الى شبكية الشخص بوضوح . وعلى كل فان داخل عين الشخص مظلمة ويجب اضاءتها قبل ان تتمكن من رؤية التفاصيل .



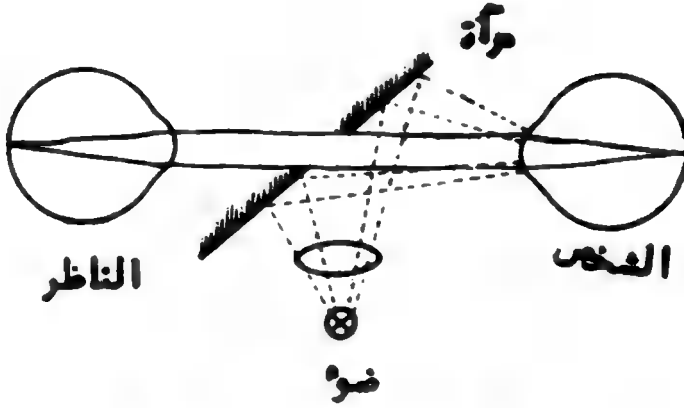
شكل -١٧١- تركيب الشبكية . تستعمل المخاريط لرؤية الالوان في النهار اما العصي فانها تستعمل لرؤية اللون الاحادي في الليل .

ويلاحظ بان على الضوء ان يمر من خلال خلايا المقدية والخلايا ذات القطبين ليصل الى العصي والمخاريط .

واساسا فان منظار العين جهاز لاضاءة الشبكية باستعمال بطارية ومصباح صغير (شكل ١٧٢) . وللرؤية الطبيعية فان منظار العين يتكون من فتحة صغيرة للنظر من خلالها ومصدرا للضوء . وتوجد عدسات لتصحيح عيوب التركيز عندما يكون الناظر او الشخص يلبس النظارات الطبية اعتياديا .

وتشاهد البقعة كمنطقة بيضوية خالية من الاوعية الدموية . وهي اكثر احمرارا من بقية الشبكية ولها مركز مبيض (الحفرة Fovea) . وهذه اوضح نقطة في الرؤيا .

وتدخل الاوعية الدموية والعصب البصري من القرص البصري . ويمكن للشريان البصري المركزي عادة ساق تنقسم الى شعبتين بزاوية ١٨٠ درجة . وللوريد المركزي عادة جذعان ويكونا على جانب الشريان . وتكون الشرايين في الشبكية اضيق واكثر احمرارا من الاوردة ولها خط خفيف مميز على طول الوسط . وهذا هو انكسار ضوء منظار العين . وتنفض الاوردة بينما لا تنفض الشرايين عادة .



شكل ١٧٢- مبدأ منظار العين . عندما تركز العين الى ما لانهاية فانه تتركز اشعة متوازية من الضوء على الشبكية . واذا ركر كل من الشخص والناظر عيناها الى ما لانهاية فانهما سيتمكنان نظريا من رؤية شبكية الاخر ، حيث ان اشعة الضوء تكون متوازية بين العينين . وفي التطبيق فان داخل عين الناظر تكون مظلمة لا يمكن معها رؤية الشبكية . بينما تكون شبكية الشخص مضاءة . وفي شكل منظار العين الرسوم ، فان الضوء ينعكس الى العين بواسطة مرآة . وينظر الناظر مباشرة من خلال فتحة في المرآة . وللمنظار العين عدسات لتصحيح عيوب البصر لكل الناظر والشخص .

وعادة يفقد خط الضوء عندما تمر الاوعية فوق حافة القرص البصري . وفي حالة خُزب الحليمية البصرية (Papilloedema) فان الاوردة تكون مقطوعة بواسطة الشرايين عند تقاطعها وتكون الشرايين قد تضيق وتظهر كسلك فضي . وقد يكون هناك نضح يشبه القطن .

بصر الالوان (Colour Vision) :

عند انفصال اللون الابيض الى مكوناته فانه يحصل على الطيف او قوس قزح . ورغم من كون العين مدركة جميع هذه الالوان ، فان الاحساس باللون يمكن الحصول عليه بثلاثة الوان فقط ، هي الاحمر والاخضر والازرق . وتستعمل هذه القاعدة في التلفاز والتصدير الملون حيث تستعمل ثلاثة الوان لانتاج كل مجموع الطيف .

تعتمد نظرية يونك هيلمهولز (Young-Helmholz) لبصر الالوان على وجود ثلاثة انواع مختلفة من المخاريط الحساسة لهذه الالوان الاساسية الثلاثة ، توضح مثل هذه النظرية الانواع المختلفة لعمى الالوان (Colour Blindness) . فتسمى حالة الشخص الذي لا يرى اللون الاحمر بالبروتانوبيا (Protanopia) وحالة الذي لا يرى اللون الاخضر بالديتيرانوبيا (Deuteranopia) اما حالة الذي لا يرى اللون الازرق فتسمى بالتريتانونوبيا (Tritanopia) وهي حالة نادرة جدا .

ويمكن اكتشاف وجود عمى الالوان باستعمال فحص إيشهارا (Ishihara Colour Blindness Test) والذي قد نظم بحيث ان الشخص يرى اشكالا او نمطا مختلفة عن الشخص الطبيعي .

تحول بوركنجي (Purkinje Shift)

يحدث في الظلام تغير من استعمال المخاريط التي العصي الأكثر حساسية وهذا ما يؤدي لان يظهر اللون الازرق اكثر لمعانا مقارنة مع اللون الاحمر وهذا ما يمين ملاحظته في نياح كالحيرانيوم ومشاهدة الاوراد الحمراء غامقة عندما تقل شدة الضوء . وذلك بسبب كون العصي اكثر حساسية في منطقة الازرق - اخضر بينما تكون المخاريط حساسة في منطقة الاصفر - الاخضر من الطيف .

ان التغير من الرؤية الضوئية (Photopic Vision) (المخاريط) الى الرؤية الليلية (Scotopic Vision) باستعمال العصي فقط يحتاج الى ٣٠ دقيقة في الظلمة التامة . وهذا التغير من الرؤية التكيفية

للضوء الى الرؤية المتكيفة للظلام يسمى بالتكيف للظلام . وهو يتأثر عندما يكون هناك نقص في فيتامين أ حيث ان مشتقا لفيتامين أ (الديهيد) يكون صباغ الارجوان البصري والذي هو ضروري للرؤية الليلية .

الرؤية بالعينين وبالعين الواحدة

BINOCULAR AND MONOCULAR VISION

ان استعمال العينين للرؤيا لها ميزات على استعمال عين واحدة . فالعينان تعطيان مجالا بصريا اوسع وان عيبا في قسم من المجال لعين واحدة سوف لن يلاحظ لانه سيفضي بواسطة العين الاخرى .

ويمكن تصوير هذا بالعلاقة مع النقطة العمياء . اذ اننا عمى في كل عين على منطقة الشبكية حيث يدخل العصب البصري (القرص البصري) . ولكننا لا ندرك ذلك حيث ان العين الاخرى سترى الاشياء في هذه المنطقة .

ان النظر بالعينين يعطي صورة شبكية مختلفة قليلا في كل عين وهذا ما يعطي صورة منظورة واحساسا بحجم وشكل الاجسام . ويطلق عليه بالرؤية المجسمة (Stereoscopic Vision) . ان فعل التقارب والرؤية المجسمة يمكنان من تقدير بعد الاجسام . اما بعين واحدة فان تقدير المسافة يتأثر كثيرا .

عيوب المجال البصري

VISUAL FIELD DEFECTS

على الرغم من ان النبضات العصبية من الحفيرة (Fovea) في كل عين تذهب الى المناطق البصرية لقسمي الدماغ ، فان المجالات الخارجية تذهب الى جهة واحدة من الدماغ فقط ، اي انهما يمثلان بجهة واحدة . ونتيجة لذلك ، فان افات المسالك البصرية قد تسبب فقد الجزء الخارجي للمجال البصري . وهذا ما يمكن الكشف عنه باستعمال مقياس مجال البصر (Perimeter) .

في الحالة الطبيعية عند النظر الى الامام ، فانه من الممكن رؤية الاجسام التي هي على اكثر من ٩٠ درجة من كل جانب . اي التي تقع قليلا الى الخلف على الجانبين . وفي جهة الانف فان المجال يكون محدودا بواسطة الانف .

ومجالات الرؤية هذه كثيرا ما تبتر اذا ما قطعت المسالك العصبية . ويستعمل نوع فقدان البصري لتعيين منطقة حدوث الافة . فان افة في

(١) (شكل ١٧٣) والذي قد يكون بسبب ورم في النخامية يضغط على هذا الجزء من العصب البصري سيقطع المسالك العصبية من الجهات الانسية للشبكتين . وتستعمل هذه المناطق من الشبكية للرؤية المحيطية . وسيفقد المريض الاجزاء الجانبية من المجال البصري كما لو كان مرتديا قناعا جانبيا .

وان افة في (٢) ستسبب العمى في عين واحدة تاركة بصرا طبيعيا في العين الاخرى .

اما الافة في (٣) فانها ستسبب فقدان البصر في كلا العينين على جهة واحدة من الجسم . فاذا كانت الافة في الجانب الايسر كما في (شكل ١٧٣) (٣) فان المريض سيستطيع ان يرى الى الامام بمجال بصري طبيعي ايسر ، ولكن المجال البصري الايمن سيكون مظلما

حدة البصر (Visual Acuity) :

اذا ما فحصت صورة في صحيفة تحت عدسة مكبرة فانه سيمرى بانها مكونة من سلسلة من النقاط . ولا يمكن رؤية هذه النقاط بالعين المجردة . وذلك لان حدة البصر في العين ليست من القوة لان تميز بين هذه النقاط .

وستطيع العين الطبيعية ان ترى نقطتين كنقاط منفصلة اذا تقابلت

مع العين بزاوية مقدارها دقيقة واحدة على الاقل (— من الدرجة) .

وتعرف الحدة بواحد مقسوم على الزاوية مبرر عنها بالدقائق فاذا كانت الزاوية الصغرى هي دقيقة واحدة ، فان حدة البصر تكون

(— = ١) ، بينما اذا كانت الزاوية الصغرى تساوي دقيقتين ،

فتكون حدة البصر عندئذ $\frac{1}{2}$ = ٠.٥ .

وتستعمل حروف الفحص لتعيين حدة البصر وهي تتألف من حروف سوداء على خلفية بيضاء وذلك بحجم وشكل بحيث ان كل حرف سيتقابل بزاوية مقدارها دقيقة واحدة اذا ما عرض الرسم من مسافة معينة مخصصة لكل سطر من الحروف

وللنظر البعيد فان هذه الحروف قد صممت اصلا لعرضها من مسافة تتراوح بين ٥ امتار الى ٦٠ مترا . والمسافة القياسية لعرض هذه الحروف الان هي دائما ٦ امتار . فاذا امكن قراءة خط الستة امتار فان

٢٢ - الاذن

THE EAR

يتكون الصوت من اهتزازات في الهواء وهذه الاهتزازات تختلف في التردد من ٢٠ هرتز (دورة في الثانية) للنغمات العميقة الى ١٠.٠٠٠-٢٠.٠٠٠ هرتز (دورة في الثانية) للنغمات العالية جدا

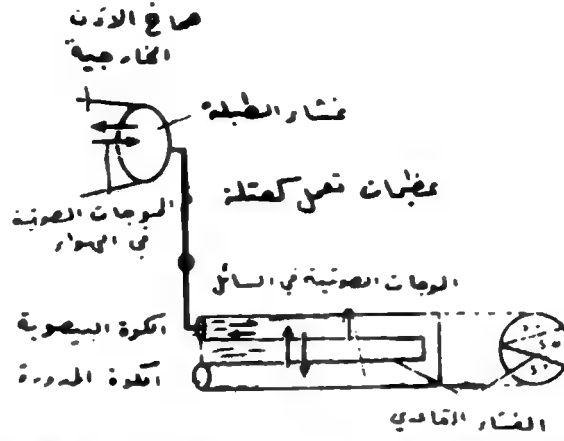
تجمع الاذن الخارجية (External Ear) الموجات الصوتية وتنقلها الى طبلة الاذن (غشاء الطبلة Tympanic Membrane) (شكل ١٧٤).

وتوجد ثلاث عظيمات (Ossicles) في الاذن الوسطى (على الجانب الداخلي لطبلة الاذن) تعمل كعتلة وتنقل الاصوات الى الكوة البيضوية (Oval Window) للاذن الداخلية (Inner Ear). وتكون الاذن الداخلية مملوءة بسائل مائي . وهذا الترتيب يسمح لاهتزازات هوائية كبيرة لكنها ضعيفة لان تتحول في السائل الى اهتزازات اصغر لكنها اكثر قوة . ويطلق على هذه بمقارنة الاعاقة (Impedance-matching).

تكون الاذن الوسطى مملوءة بالهواء وتتصل مع البلعوم الاقي عن طريق الانبوب السمعي (قناة اوستاكي) ويكون هذا الانبوب مغلقا في الحالة الطبيعية ، ولكنه يفتح اثناء البلع وعند الانفتاح فان الضغط على الجانب الداخلي لطبلة الاذن يصبح مساويا للضغط خارجه وهذا مهم حيث ان الصوت يستطيع فقط ان يجعل طبلة الاذن تهتز بصورة صحيحة اذا ما تساوى الضغط على الجانبين واذا لم يكن الضغطان متساويين فسينتج الصمم

ان تغيرا فجائيا في الضغط الجوي سيسبب الصمم حتى يتساوى الضغطان مرة اخرى بواسطة البلع واثناء اقلاع الطائرة فانه غالبا ما يحدث انخفاض في الضغط كلما ازداد الارتفاع ، واذا لم يفتح الانبوب السمعي فانه ستحدث مضايقة وصمم . والاطفال الذين هم اصغر من ان يفهموا هذا ، فانهم قد يعانون من الم شديد لهذا السبب وان اعطاء الطفل حلوى لمصها هي احدى الطرق التي تضمن البلع المتكرر

واذا ما انسد الانبوب السمعي بالمخاط مثلا المصاحب ببرد في الراس فان الهواء في الاذن الوسطى سيتمص الى الدم وتنسحب طبلة الاذن الى الداخل مؤدية الى الصمم ويختفي هذا الصمم عند ازالة انسداد الانبوب السمعي



شكل - ١٧٤ - مخطط يبين كيفية عمل الأذن ، تصل الموجات الصوتية إلى غشاء الطبلة (طبلة الأذن) بشكل اهتزازات في الهواء . وتعمل العظيومات كمكثف حيث تحول الاهتزازات الكبيرة الضعيفة لطبلة الأذن إلى اهتزازات صغيرة لكنها قوية للكوة البيضوية . وعندما تتحرك الكوة البيضوية إلى الداخل ، فإن الضغط ينتقل من خلال السلم الدهليزي (S.V) إلى السلم الوسطي (S.M) ومن ثم إلى الغشاء القاعدي والسلم الطبلي (S.T) وتبرز الكوة الدائرية إلى الخارج . واهتزازات الغشاء القاعدي تحدث نبضات عصبية في العصب السمعي .

الأذن الداخلية

INNER EAR

تحول الاهتزازات في الأذن الداخلية إلى نبضات عصبية في القوقعة (Cochlea) . وتتكون القوقعة من سلسلة ملتفة حلزونية مرتين ونصف حول عمود مركزي . والتركيب الكلي يشبه صدفة قوقعة ومن هنا جاءت التسمية (Snail = القوقعة)

تؤدي الكوة البيضوية إلى الأول من هذه الانابيب الذي يعرف بالسلم الدهليزي (Scala Vestibuli) . وهو يمتلئ بسائل مائي يعرف باللمف الخارجي (Perilymph) والذي يشبه في تركيبه السائل المخي الشوكي .

يفصل السلم الدهليزي عن السلم الوسطي (Scala Media) غشاء . ويمتلئ السلم الوسطي باللمف الداخلي (Endolymph)

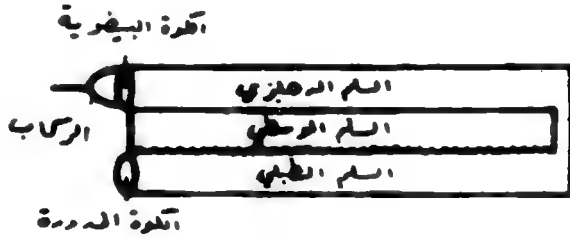
والذي يشبه ذلك الموجود في الخلايا وله تركيز عال للبوتاسيوم . وينفصل السلم الوسطي عن الأنبوب الثالث ، السلم الطبلي (Scala Tympani) بواسطة الغشاء القاعدي (Basilar Membrane) .

وتنتقل اهتزازات سائل السلم الدهليزي خلال سائل السلم الوسطي والغشاء القاعدي ومنه الى سائل السلم الطبلي (شكل ١٧٥) . وعندما تتحرك الكوة البيضوية الى الداخل فان الكوة الدائرية تتحرك الى الخارج وبالعكس .

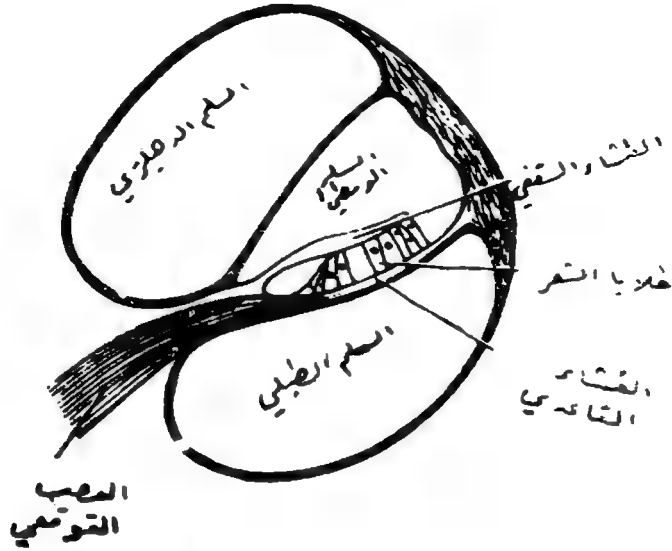
ان اهتزازات الغشاء القاعدي هي التي تحدث النبضات العصبية في العصب السمعي . ويكون الغشاء القاعدي قصيرا في قاعدته قرب الكوة البيضوية وهو يزداد حتى يصل حجمه الاكبر في قمة الحلزون .

وتوجد النهايات العصبية في قاعدة الخلايا الشعرية لجسم كورتي (Organ of Corti) . وهذا يقع على الغشاء القاعدي (شكل ١٧٦) . وتنظم الشعرات نفسها في الغشاء السقفي (Tectorial Membrane) . ان الاصوات ذات الترددات الواطئة تسبب اهتزاز جميع الغشاء القاعدي . بينما تسبب الاصوات ذات الترددات العالية اهتزاز قاعدة الغشاء القاعدي القريبة من الكوة البيضوية فقط

وفي الترددات الواطئة تحدث النبضات العصبية مع كل اهتزاز للغشاء القاعدي ، ولذا فان الاحساس بدرجة الصوت تنتقل بواسطة ترددات النبضات العصبية



شكل ١٧٥ - ان السلم الوسطي والسلم الطبلي يلتف حول عمود وسطي مكونة ٢٧٥ دورة للقوقعة .



شغل ١٧٦- الغشاء القاعدي . للمصب القوقعي مستلمات حسية في خلايا الشعر على الغشاء القاعدي . وتوجد هذه الشعرات في الغشاء السفلي . وتولد خلايا الشعر نبضات المصب السمي .

وفي الترددات العالية فان جزءا من الغشاء القاعدي فقط ينتبه بواسطة الصوت وان الاحساس بدرجة الصوت تنتقل بواسطة نمط اهتزاز الغشاء القاعدي .

تمر النبضات العصبية عن طريق قسم القوقعة للمصب القحفي الثامن الى نوى القوقعة . وهنا تتوقف العصبية الاولى وتبدأ العصبية الثانية وتتقاطع العصبية الثانية الى الجانب الاخر بواسطة الشريط الجانبي (Lateral Lemniscus) وتذهب الى البصلة السفلى (Inferior Colliculus) وتمر الى الجسم الركبي الانسي (Medial Geniculate Body) . وهنا تقف العصبية الثانية وتسير العصبية الثالثة من الجسم الركبي الانسي عن طريق الفراغ الخلفي للمحفظة الداخلية الى القشرة السمعية (التغلب الصنفي الاعلى)

الصمم

DEAFNESS

ان الصمم بسبب صمماخ الاذن الخارجية او الاذن الوسطى يطة عليه الصمم التوصيلي (Conduction Deafness) . والاسباب الشائعة

هي :-

الشمع الذي يسد الصماخ السمي الخارجي ، وضرر في طبلة الاذن ، وقصور في العظيمات لنقل الصوت من طبلة الاذن الى السائل في السلم الدهليزي وفي تصلب الاذن (Otosclerosis) قد يصبح الركاب (Stapes) ثابتا وتعالج هذه الحالة باستبدال الركاب ببديل بلاستيكي ، والكوة البيضوية برقعة (من وريد) وتجرى هذه العملية تحت المجهر

وحيث ان الصوت يستطيع ان يصل الى الاذن الداخلية عن طريق عظام الجمجمة ، فان الصمم التوصيلي لا يكون كاملا ابدا وفي الشخص الطبيعي فان الاصوات المسموعة بالتوصيل العظمي تصبح اعلى عندما يوقف تأثير حجب (Masking) ضوضاء الغرفة باستعمال سداة في الاذن . وهذه الحقيقة تكون اساس فحوص رينية وويبر (Rinne's and Weber's Test) ويطلق على الصمم الذي يسبب مرض العصب السمي بالصمم العصبي (Nerve Deafness) . والصمم في هذه الحالة قد يكون تاما .

فحوص رينية وويبر (Rinne's and Weber's Tests)

عند اجراء فحص رينية فانه توضع شوكة رنانة على التواء الخشائي (Mastoid Process) حتى لا يمكن سماعها بعد ذلك بواسطة التوصيل العظمي . ومن ثم توضع قريبا من الاذن . وفي الشخص الطبيعي ، فانه سيستمع في السماع لفترة اخرى من الوقت بواسطة التوصيل الهوائي (رينية موجب) . ولا يكون مثل هذا في الصمم التوصيلي (رينية سالب) وفي الشخص الطبيعي فانه يتوقف عن سماع الشوكة الرنانة بواسطة التوصيل العظمي على الرغم من استمرار اهتزازها وذلك بتأثير حجب ضوضاء الغرفة الواصل عن طريق التوصيل الهوائي وفي حالة الصمم التوصيلي فان ضوضاء الغرفة هذا سوف لن يسمع .

وفي فحص ويبر ، فان الشوكة الرنانة توضع على قمة الرأس . وفي الحالة الطبيعية فان الصوت يسمع بصورة متساوية في كلا الاذنين ولكنه اذا ما كان هناك صمم توصيلي لجهة واحدة فانه يسمع اوضح في تلك الاذن وذلك لان تأثير حجب ضوضاء الغرفة سوف لن يكون في ذلك الجانب

الديسي بيل (Decibels)

ان علو الصوت يقاس بالديسي بيل ويكون السماع حادا في حوالي ١٠٠٠ دورة في الثانية (= ١٠٠٠ هرتز) وفي مثل هذا التردد فان صوتا

شدته ٢٠٠ د.ر. دابن بالسنتمتر المربع (١٠×٢) -٥ نيوتن بالمتر المربع
يمكن سماعه تحت الظروف المثالية وهذا يعتبر بداية مقياس الديسي
بيل ويطلق عليه (صفر ديسي بيل) ومقياس الديسي بيل هو مقياس
لوغاريتمي حيث ان كل زيادة لعشرة ديسي بيل تعني زيادة عشر مرات
في قوة الصوت لذا فان ٢٠ ديسي بيل هي زيادة لمائة مرة وان ٣٠
ديسي بيل هي زيادة لالف مرة وهكذا

ديسي بيل

عتبة	صفر
الكلام بالهمس	٤٠
ضوضاء المرور	٨٠
مشق هوائي	١٢٠
اقلاع طائرة نفاثة	١٤٠

وتحدث الاصوات التي هي اعلى من ١٢٠ ديسي بيل اما اضافة
للصوت

مقياس السمع (Audiometer) :

يقاس السمع على ترددات مختلفة باستعمال مقياس السمع . وهو
يتكون من مذبذب الكتروني (Electronic Oscillator)
متصل بزوج من سماعات رأس مدرجة تدريجا خاصا . وبهذا الجهاز فان
يمكن تسليط نغمة من اية طبقة او علو على اذن للشخص والذي
يستطيع ان يبين ما اذا كان الصوت مسموعا ام لا . وبإيجاد الشدة
الضغرية للصوت الذي يمكن سماعه في كل تردد ، فان سماع الشخص
يمكن مقارنته عندئذ مع السمع الطبيعي وتعيين مقدار فقدان السمع . ان
اية وسيلة سمع مثالية يجب ان تتقارن مع مقدار فقد السمع

كما ذكرنا فان الاذن حساسة اكثر الى ترددات بحدود ١٠٠٠
هرتز وتقل هذه الحساسية اذا ما هبطت الترددات الى ٢٠ هرتز
وهذه الحقيقة تؤخذ بعين الاعتبار عند تصميم مقياس السمع فتقوى
ترددات واطئة وعالية حتى يظهر لجميع الترددات نفس الشدة للاذن
الطبيعية ، وينظم الجهاز حتى يمكن سماع جميع الترددات عندما يكون
مسيطر الحجم على صفر ديسي بيل .

فاذا كان المريض اصما فانه سيقتضي تثبيت منظم الحجم على درجة
اعلى كي يسمع تردادا معينا . ويدرج منظم الحجم هذا الى ديسي بيل
فوق الطبيعي .

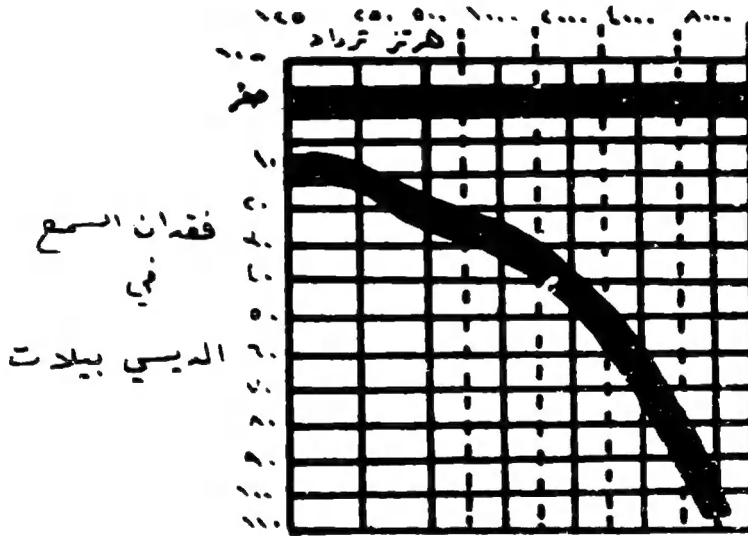
وفحص السمع في كل اذن بترددات مختلفة وبرسم شكل بياني

فاننا نحصل على مخطط السمع ان (شكل ١٧٧) يبين مخطط سمع مريض بسمع طبيعي في الاذن اليسرى (١) ولكن بصمم للتردد العالي في الاذن اليمنى (٢) وللسمع بهذه الاذن فانه يحتاج الى حجم اعلى اكي تسمع الاصوات وانه في الترددات العالية الحقيقية فان الاصوات تسمع على الاطلاق

الجهاز الدهليزي

VESTIBULAR APPARATUS

تتكون الاذن الداخلية من قنوات هلالية ثلاثة واعضاء حصة الاذن والكيبس والشكوة وتستجيب القنوات الهلالية للتعجيل بينما الكيبس والشكوة يستجيبان الى موضع الراس في الفضاء .



شكل -١٧٧- مخطط السمع ، ان كل اذن تفحص لايجاد مستوى الصوت الادنى التي تسمع بها الترددات المختلفة . ان الاذن اليسرى (١) لها سمع طبيعي . والاذن اليمنى (٢) لها بصمم تردادي .

٢٣ - حس التذوق والشم

SENSATIONS OF TASTE AND SMELL

الشم

SMELL

يشأ الاحساس بالشم في الظهارة الشمية (Olfactory Epithelium) والتي توجد عاليا في منطقة غشائية مخاطية صغيرة جدا في التجويف الانفي في الانسان وتقع هذه المنطقة فوق مجرى الهواء الرئيس وان الهواء الطبيعي الداخل والخارج اثناء عملية التنفس لا يمر بهذه المنطقة ويحدث حس الشم بواسطة تيارات متعكسة تحمل المادة ذات الرائحة الى المستلمات ويوجه الاستنشاق تيار الهواء مباشرة الى المستلمات .

والتجهيز العصبي لهذه الغشائية المخاطية الشمية هو العصب الشمي والذي هو العصب القحفي الاول .

ان حس الشم يظهر تكييفا سريعا ، وتحجب بعض الروائح بعضها الاخر

التذوق

TASTE

توجد اربعة مستلمات للتذوق على السطح العلوي للسان تعرف ببزائم التذوق (Taste Buds) . وهذه المجموعة الاربعة من المستلمات تغطي احساسات الملوحة ، والحلاوة ، والحموضة ، والمرارة .

فمذاق الملوحة يعطى من قبل مادة كلوريد الصوديوم ومذاق الحلاوة يعطى من قبل مادة كالسكر ومذاق الحموضة يعطى من قبل مادة كحمض الهيدروكلوريك ومذاق المرارة يعطى من قبل مادة كالكئين .

ان المستلمات الواقعة في مقدمة اللسان (مقدم الثلثين الاولين) تكون مجهزة بواسطة العصب اللساني والذي هو فرع من العصب القحفي الخامس ورغم ان هذا العصب القحفي الخامس يجهز هذا الجزء من اللسان بالاحساس العام ، فان الياف التذوق تتركه وتمر عن طريق العصب الحبلي الطبلي (Chorda Tympani Nerve) لتتصل مع العصب الوجهي (العصب القحفي السابع) . والمستلمات الواقعة في مؤخرة اللسان

(الثالث الخلفي) تكون مجهزة بواسطة العصب اللساني البلعومي (Glossopharyngeal Nerve) والذي هو العصب القحفي التاسع. وكثير من المذاقات هي في الواقع شم فاذا ما منعت الافرازات الناتجة عن برد في الرأس من تنبيه الاغشية المخاطية الشمية في الانف فان مذاق الطعام يتبدل

ان الطعام والرائحة الجيدة للطعام تنبه انتاج اللعاب ، والمصارة المعدية ، والمصارة البنكرياسية

ونلتذوق فعل وقائي ، فكثير من السموم تبدل من طعم الطعام وبذلك تبين عن وجودها

وبطريقة معقدة ، فان الرغبة لطعام معين يكون مصاحبا باحساس في الطعم والرائحة وفي الحمل تحصل رغبة ملحّة غير طبيعية خاصة للطعام . ويمكن ان ينسب هذا الى التطور الماضي عندما كانت هناك حاجة لمثل هذا الغذاء .

وعندما ينقص الملح او عندما يكون المرء في قوت واطىء الصوديوم فانه تحدث رغبة ملحّة للطعمة ذات المذاق المالح . فاذا لم يكن الصوديوم مسموحا ، فانه يمكن اشباع هذه الرغبة بتناول كلوريد البوتاسيوم او كلوريد الامونيوم وطعم هاتين المادتين مالح مشابه للملح ولكنهما ليسا مثله

وبطريقة مشابهة فان الرغبة الى المواد الحلوة مثل سكر العنب او سكر القصب يمكن تعويضهما بالسكرين (Saccharin) والسايكلاميت (Cyclamates) اللذين لا ينتميان الى السكر كيميائيا وليس لهما قيمة غذائية وهما يستعملان بدلا من السكر عند تناول قوت ذا سعرات حرارية واطئة .